G. Riccio dis.

D.re GIUSTO LIEBIG

Professore di Chimica a Giessen.

LETTERE CHIMICHE

DI

GIUSTO LIEBIG

VERSIONE DAL TEDESCO

FATTA SULL'ULTIMA EDIZIONE DELL'AUTORE

DA V. KOHLER

NAPOLI

STAMPERIA DELL'IRIDE

1845

PREFAZIONE

Anche il più attento osservatore non riuscirebbe giammai ad acquistare una giusta idea della nostra età considerata sotto l'aspetto materiale ed intellettuale, qualora ignorasse quali sono i legami nascosti che rannodano tra loro le scoverte fatte a pro della vita e della scienza. Per l'uomo incivilito queste cognizioni sono un bisogno, imperocchè racchiudono in sè la prima e più importante condizione dello sviluppo e perfezionamento della sua vita intellettuale. Per esso, è già un guadagno aver conoscenza delle cagioni e degli sforzi su cui fondansi tanti e sì ricchi risultamenti, poichè soltanto da ciò che si è operato potrà egli illuminarsi su i risultamenti ottenuti o presentirne i futuri. Rendendosi famigliari questi fatti, parteciperà anch'egli del movimento, e sparirà in lui tutto ciò che tra i risultamenti ottenuti gli sembrava un enigma, oppure un effetto del caso: le nuove e progressive dire-

zioni dello spirito di oggidì gli si presenteranno tra loro collegate nel modo più naturale e più necessario. Così prendendo possesso dei beni intellettuali che gli si presentano, avrà egli il vantaggio, a sua volontà e talento, d'invertirli al suo proprio utile, di contribuire anch'esso all'accrescimento di questi beni, di propagarne il successo e renderli fruttiferi ancora per altri.

Tali furono le mire dell'autore delle lettere chimiche; esse sono destinate a richiamare l'attenzione del mondo incivilito sullo stato e la significazione della chimica, su i problemi che i chimici intendono a sciogliere, non che sulla parte che questa scienza ha preso ai progressi delle industrie, della meccanica, della fisica, dell'agricoltura e della fisiologia.

Queste lettere furono scritte per un colto pubblico nello stretto senso della parola, il quale non è ausato a farsi spaventare dalla discussione delle più importanti e più difficili quistioni della scienza, come quelle che esercitano una benigna influenza sul progresso consecutivo e le applicazioni da farsene; esse furono scritte per quei lettori, i quali non prendono alcun diletto per la forma così detta popolare, in cui sovente si ricorre a spiegazioni volgari o basse. Le investigazioni della natura offrono ciò di particolare, che i loro risultamenti sono non meno chiari, persuasivi e intelligibili per la mente umana, che non professa assolutamente queste scienze, di quello che il siano per lo scienziato, e questi non ha altro vantaggio su quello fuorchè la co-

noscenza delle vie o dei mezzi che a ciò lo hanno condotto; ma nella maggior parte dei casi questa conoscenza non è mica necessaria per la utile applicazione dei risultamenti.

Credo poi che la forma di esposizione da me scelta non abbia bisogno di esser giustificata; la stimai convenire per me e pel giornale, in cui per la prima volta furono pubblicate queste lettere.

Chiunque con qualche attenzione prende contezza di quanto si opera in Alemagna dovrà convenire, che, per la sua propagazione, per la estensione e la varietà de' suoi principii, nonchè per la profondità e solidità delle sue conoscenze su tutte le parti dello scibile umano ed altresì pel gusto puro e pei retti sentimenti degli uomini a cui n'è affidata la compilazione, la Gazzetta universale *che si pubblica in Augusta sia giunta ad essere, pei bisogni dell'epoca presente, l'organo istorico della coltura, tanto sotto l'aspetto politico e sociale quanto sotto quello scientifico, e da ciò rilevasi benissimo come ai reiterati e premurosi inviti fattimi dal proprietario di quel giornale, io aderii volentieri, volendo aprire alla chimica un più vasto campo nella società. Delle* lettere chimiche (*delle prime dodici*) *furono pubblicate due edizioni in lingua inglese* (Familiar Lettres on Chemistry 2d Edition, London, Taylor and Walton 1844), *e questa stessa edizione inglese sotto forma di giornale fu divulgata in America al prezzo di quattro* cens *il foglio, spacciandosene al di là di 60,000 esemplari.*

Finalmente in Italia, ove poca parte prende la straniera letteratura, eccettuatane forse la francese, uscì una eccellente traduzione, che arriva insino alla lettera XXI inserita nell'appendice della Gazzetta universale del dì 6 maggio 1844 (Lettere chimiche di Giusto Liebig, trad. dal D[r] G. D. Bruni, Torino, Stamperia reale 1844). *Tutto ciò mi conforta nella speranza che anche nella mia patria, ciò che più di ogni altro m'è a cuore, non sarà sconosciuto lo scopo secondo il quale furono scritte queste lettere, e che una edizione in cui esse sien tutte riunite trovasi perciò giustificata.*

Giessen, luglio 1844.

GIUSTO LIEBIG.

INDICE

LETTERA IV.

LETTERA V.

LETTERA VI.

LETTERA VII.

LETTERA VIII.

LETTERA IX.

LETTERA X.

LETTERA XI.

LETTERA XII. *

LETTERA XIII.

* *N. B.* Questa lettera dee portare il n.° 13, e dev'esser preceduta nella lettura dall'altra che segue.

LETTERA XIV.

LETTERA XV.

LETTERA XVI.

LETTERA XVII.

LETTERA XXIV.

LETTERA XXV.

LETTERA XXVI.

FINE DELL'INDICE.

LETTERE CHIMICHE

LETTERA PRIMA

Negli scritti del tempo moderno tanto e così sovente si fa menzione di chimica che una esposizione più esatta della influenza che esercita questa scienza nelle industrie e nelle manifatture, non che delle sue relazioni con l'agricoltura, la fisiologia e la medicina, forse non si potrà del tutto chiamare lavoro infruttuoso.

Così mi riuscisse in questa prima lettera d'infondere la convinzione che la chimica, quale scienza propria, sia uno de' mezzi più efficaci onde rendere lo spirito atto ad una più elevata coltura, che

lo studio di essa sia utile, non solamente perchè giova al ben-essere materiale degli uomini, ma perchè ci offre la conoscenza delle meraviglie della creazione che ci son dappresso e con le quali la nostra esistenza e lo sviluppo fisico e morale sono in un'intima relazione!

La spiegazione delle cagioni che producono i fenomeni naturali ed i cambiamenti in tutto ciò che ci attornia in ogni dì ed in ogni lato, è talmente ambita dallo spirito pensatore dell'uomo, che le scienze le quali ne appagano con qualche soddisfazione la curiosità sua, sono più delle altre atte ad esercitare influenza sulla coltura dello stesso. La chimica, qual parte integrante delle scienze naturali, è intimamente collegata alla fisica, che dal canto suo è direttamente connessa con l'astronomia e le matematiche. La base di qualsiasi branca delle scienze naturali è la osservazione immediata della natura; siffatte esperienze acquistate, a poco a poco soltanto si sono ridotte a scienza.

Le relazioni della luce con la terra, il mutar luogo degli astri, la successione della notte al giorno e quella delle stagioni, nonchè la varia temperie di calore nelle diverse zone ci hanno condotto all'astronomia.

A norma che lo spirito umano accresce la sua intelligenza da un lato, si fortificano ed aumentano le altre facoltà sue verso tutte le direzioni diverse. La nozione esatta delle relazioni di taluni

fenomeni, l'acquisto di una verità nuova è per l'uomo un altro senso che gli vien dato, e che ora gli permette di scoprire e di riconoscere tanti altri fenomeni che prima ignorava, e che restano tuttavia occulti ad un altro.

Con l'astronomia nacque la fisica, e questa giunta a qualche grado di perfezionamento diede origine alla chimica scientifica; dalla chimica organica si svilupperanno le leggi a cui la nostra vita è sottoposta, ovvero la fisiologia.

Non dobbiamo pertanto trasandare, che la durata dell'anno venne riconosciuta, spiegato il cangiamento delle stagioni, e calcolati gli eclissi di luna, anche prima della scoverta delle leggi di gravità; si sono costruiti i molini e si sono avute le trombe prima che la pressione dell'aria sia stata conosciuta; si è fabbricato il vetro e la porcellana; si sono prodotti i colori e separati i metalli mercè la sola arte sperimentale, senza che la scienza esatta avesse diretto siffatte operazioni. Così ancora la base della geometria è scienza sperimentale; la maggior parte de'suoi teoremi furono rinvenuti dalla sperienza, pria che le verità di essi fossero dimostrate dal raziocinio. Che il quadrato della ipotenusa sia eguale alla somma dei quadrati dei due cateti, fu rinvenuto per esperienza: ciò fu mera scoperta; avrebbe altrimenti lo scopritore di siffatta verità, trovata che n'ebbe la dimostrazione, sacrificata una ecatombe? Ma quanto sono diverse le scoverte del naturalista

a' dì nostri, dopo che guidato dallo spirito di una sana filosofia, chiamiamola pur come si voglia, o fisica o chimica o matematica od in altra guisa, egli è pervenuto a studiare i fenomeni onde ricavarne poi per conchiusione le cagioni e le leggi!

Da un solo genio eminente, da Newton, scaturì più luce che dieci secoli prima di lui non valsero a produrre. La esatta cognizione del movimento de'corpi celesti, la caduta dei gravi, è la madre d'innumerevoli altre scoperte; la nautica, il commercio, l'industria, ogni singolo uomo, fintantochè esisterà il genere umano, ricaveranno dei vantaggi intellettuali e materiali dalle di lui scoperte.

Invano senza il soccorso della storia della fisica tenteremmo di farci una chiara idea della influenza che la investigazione delle cose naturali ha esercitato sulla coltura dello spirito. Nelle nostre scuole i fanciulli apprendono talune verità, la conquista delle quali costò fatica immensa e sforzi indicibili. Essi ridono se narriam loro che il naturalista italiano scrisse una lunga e minuziosa dissertazione onde pruovare che la neve sull' Etna consista della sostanza stessa che quella sulle alpi svizzere, e che lo stesso raccolse una quantità di argomenti per dimostrare che entrambe nella fusione producono dell'acqua che ha comuni proprietà e composizione. E ciò non ostante siffatta conchiusione non era tanto manifesta, poichè quanto è diversa la temperie di calore della

Svizzera da quella della Sicilia! Nessuno in quei tempi aveva una idea della diffusione del calorico sulla terrestre superficie; e se un fanciullo chiude un bicchiere pieno di acqua con un semplice foglio di carta e lo capovolge senza che n'esca una goccia del fluido contenutovi, cagionerà le meraviglie soltanto ad un altro fanciullo, non ostante che sia quello lo sperimento stesso che rese immortale il nome di Torricelli; esso è la variazione dello sperimento con cui in Ratisbona il borgomastro magdeburghese fece stupire l'imperatore e l'impero. I nostri fanciulli hanno sulla natura ed i suoi fenomeni idee più adeguate dello stesso Platone; eglino oserebbero deridere gli errori che commise Plinio.

Guidati dalla storia della filosofia e dagli studî classici noi arricchiamo le nostre conoscenze del mondo intellettuale, nonchè delle leggi della investigazione e del pensiero, ovvero della natura spirituale dell'uomo. Mentre leggiamo nelle anime degli uomini grandi e dabbene di tutti i tempi, impariamo dalle esperienze de' passati secoli a domare ed infrenare le nostre passioni, ingentilendo il cuore: esse ci conducono alla conoscenza dell'uomo de'tempi presenti, di cui la natura morale resta eternamente la stessa; esse c'insegnano a rivestire della forma più elegante le basi della religione, della verità e del dritto, onde produrre maggior effetto sull'animo altrui. Ma la storia e la filosofia non riuscirono ad impedire che taluni

uomini perissero sui roghi quali incantatori e 'l sommo KEPLERO medesimo, giunto a Tubinga onde salvare la madre dalle fiamme, potè soltanto dimostrare che la medesima non aveva le vere proprietà caratteristiche di una strega.

Come granello di seme da frutto maturo, distaccossi dalla fisica, sessant'anni fa, la chimica quale scienza a parte; con CAVENDISH e PRIESTLEY cominciò la sua novella era. La medicina, la farmacia e la tecnologia avevano preparato il suolo, sul quale il granello seminato doveva svilupparsi e maturare.

La base della chimica, come ben si sa, è la teorica in apparenza molto semplice sulla combustione. Or noi conosciamo quanto ne sia derivato, quali benefici e quali benedizioni ne provengono. Dal tempo della scoperta dell'ossigeno il mondo incivilito ebbe a soffrire una rivoluzione nelle sue costumanze ed abitudini. La conoscenza della composizione dell'atmosfera, quella della solida crosta terrestre, quella dell'acqua, nonchè la influenza loro sulla vita delle piante e degli animali rannodansi a cotesta scoperta. Il vantaggioso progredire d'innumerevoli fabbriche ed industrie, la ripristinazione de'metalli vi sono in connessione intima. Si può dire che il ben-essere materiale degli stati da quell'epoca in poi sia stato moltiplicato, e che la fortuna di ogni individuo sia perciò aumentata.

Ad ogni singola scoperta nella chimica tengono

dietro simili effetti, ogni applicazione delle sue leggi è capace di produrre dell'utile allo stato e di aumentare in qualche modo la sua forza e la sua prosperità.

Per molti riguardi la chimica ha dell'analogia con le matematiche; siccome queste insegnano a misurar campi, a costruire edifici, ad alzare pesi, essa al pari che l'arte del calcolo, è uno strumento di cui il destro maneggiamento arreca una utilità manifesta. D'altra parte poi le matematiche rendono l'uomo atto a trarre delle conseguenze giuste secondo date regole; esse gli fanno conoscere un linguaggio proprio, coll'aiuto del quale egli esprime in modo straordinariamente semplice una serie di conseguenze in linee ed in segni, chiari a tutti coloro che conoscono siffatto linguaggio; insegnano a rinvenire la verità in virtù di certe operazioni a cui coteste linee e segni vengono sottoposti; e gli fanno conoscere come rendere chiare le relazioni, che pria confuse ed indeterminate gli si presentavano.

Il meccanico, il fisico, l'astronomo fanno uso delle matematiche come di uno strumento di assoluta necessità, onde giungere ad un scopo prefisso. Coll'arte poi di maneggiare siffatto strumento e nell'applicazion dello stesso, essi devono rendersi talmente familiari che l'uso di esso occupi solo la loro memoria; ma l'istrumento non esegue già l'opera, ma bensì lo spirito umano. Mi concederete che senza criterio e senza perspicacia

e talento da osservatore, tutte le vostre cognizioni matematiche vi torneranno infruttuose.

Potete figurarvi un uomo il quale dotato di una felicissima memoria siasi reso perfettamente familiare con tutti i teoremi delle matematiche, e che abbia acquistato gran destrezza nel maneggiare siffatto strumento, senza ch'egli sia perciò capace di proporre a sè medesimo un problema. Dategli il problema, ovvero le condizioni allo scioglimento del quesito, e gli riuscirà, impiegando le operazioni a lui familiari, di pervenire a darvi una risposta espressa in una formula, con dati segni, il senso de'quali gli è affatto ignoto, perchè a giudicar della verità di essi egli manca ancora di altre condizioni. Costui è semplice calcolatore; ma subito che possegga le facoltà e l'ingegno di proporre a sè medesimo il problema e di provare le verità de'suoi calcoli, esso diventerà naturalista, poichè donde, se non che dalla natura e dalla vita, potrebbe derivare il problema?

Voi lo chiamerete meccanico od astronomo, ovvero fisico-matematico, se poggiando nell' esperienza egli sa riconoscere il legame di certi fenomeni, se sa trovar le cagioni da cui derivano, se sa esprimere i risultamenti delle sue ricerche non solo in una formula ossia in linguaggio matematico, ma se puranche ha la facoltà di farne l'applicazione, ovvero se egli è capace di surrogare alla formula il fenomeno e provarne così la verità.

Perciò l'astronomo, il fisico, il meccanico, oltre

delle matematiche di cui si serve quale istrumento, ha d'uopo ancora dell'arte d'istituire le sperienze e di interpretare i fenomeni. A ciò è necessario l'ingegno di riprodurre per mezzo di un fenomeno, oppure in una macchina o apparecchio, un raziocinio, e dimostrare, mercè esperimenti, una serie di conchiusioni.

Il fisico si propone di sciogliere una quistione, ed investigando le condizioni di un fenomeno osservato e le cagioni de'cambiamenti dello stesso, egli perviene, ogni qual volta abbia giustamente diretta la soluzione e compreso nel calcolo tutti i fattori, ad esprimere coll'aiuto di operazioni matematiche, in modo semplice la quantità sconosciuta ovvero la richiesta relazione. Siffatta espressione, tradotta in parole, spiega la connessione de' fenomeni osservati negli esperimenti da lui praticati. Essa è vera, se gli permette di produrre una certa serie di altri fenomeni che sono conseguenze di questa medesima espressione.

Di leggieri vi accorgerete come le matematiche son legate allo studio delle scienze naturali, e che oltre di esse vi ha d'uopo di un alto grado d'immaginazione e di perspicacia congiunto al dono di osservatore, onde fare delle utili scoperte nella fisica, nell'astronomia e nelle meccaniche. Per generale errore ascrivonsi le scoperte alle matematiche; ma in ciò accade, come in mille altre cose, che l'effetto prendesi per la cagione. Così attribuiscesi alle macchine a vapore ciò ch'è pro-

prietà del fuoco, ed al carbon fossile ciò che appartiene allo spirito umano. Per fare scoperte matematiche vi è d'uopo della stessa energia e della stessa acutezza d'ingegno, nonchè delle stesse facoltà intellettuali, come per la soluzione di qualsivoglia altro difficile problema. Riguardo poi alle altre scienze esse sono dei perfezionamenti dello strumento, suscettivi d'innumerevoli utili applicazioni, ma le matematiche da per sè sole non fan mica delle scoperte nelle scienze naturali, limitandosi sempremai a elaborare semplicemente il dato ossservato dai sensi, il nuovo pensamento creato dalla mente immaginativa.

Daccanto alla fisica-matematica sta la fisica sperimentale; questa è quella che scopre i fatti, li esamina e li prepara al fisico-matematico. Lo scopo della fisica sperimentale consiste nell'esprimere per mezzo dei fenomeni le leggi e le verità rinvenute, nel rischiararle mediante gli esperimenti e le formule matematiche rendendole accessibili ai sensi.

Nel rispondere alle sue proprie quistioni la chimica procede nello stesso modo che la fisica sperimentale. Essa insegna i mezzi necessarî alla conoscenza dei varii corpi di cui consta la crosta solida della terra e che formano le parti integranti dell'organismo animale e vegetabile.

Noi studiamo le proprietà dei corpi, i cambiamenti che soffrono trovandosi in contatto con altri. Tutte le osservazioni riunite insieme formano

un linguaggio; ogni proprietà, ogni cambiamento che scorgiamo nei corpi forma una parola di cotesto linguaggio.

I corpi nel comportamento loro offrono talune relazioni con gli altri, essi somigliano a questi per la forma, per alcune proprietà, ovvero in ciò appunto differiscono da quelli. Siffatte deviazioni sono altrettanto varie che le parole della lingua più ricca; nel significato loro e nella relazione coi sensi nostri esse non sono mica meno varie.

I corpi son varî per qualità: ciò che ci manifestano le proprietà loro, varia secondo che dessi trovansi ordinati; e del pari che ogni altra lingua, abbiamo in questo linguaggio proprio, con cui i corpi parlano a noi, degli articoli, dei casi e tutte le inflessioni dei sostantivi e dei verbi, non che una quantità di sinonimi. Le quantità stesse degli elementi stessi producono secondo la disposizion loro o un veleno o un farmaco o un alimento, un corpo volatile ovvero un corpo resistente al fuoco.

Noi conosciamo il significato delle loro proprietà, ossia quello delle parole in cui la natura ci parla, e facciamo uso puranche dell'alfabeto per leggerle.

Una sorgente di acqua minerale della Savoia sana i gozzi; io le dirigo certe dimande, e composte tutte le lettere essa mi risponde che contiene *iodio*.

Un uomo dopo mangiato un certo cibo è mor-

to con tutti gli indizî di avvelenamento; la lingua de'fenomeni familiare al chimico gli dice che quell'uomo morì avvelenato o di *arsenico* o di *sublimato*.

Il chimico interroga un minerale intorno la sua composizione; esso gli risponde contenere in ordine determinato zolfo, ferro, cromo, silice, allumina o qualunque altra parola della lingua chimica con cui segniamo i fenomeni. Tal è appunto l' *analisi chimica*.

Il linguaggio de' fenomeni conduce il chimico a talune combinazioni, dalle quali derivano innumerevoli utili pratiche; da esse risulta l'immegliamento nelle fabbriche e nelle industrie, nella preparazione dei medicinali e nella metallurgia. Esso ha deciferato l'oltremare; trattasi ora di riprodurre la parola per mezzo di un fenomeno, ossia di ricomporre l'oltremare in tutte le sue proprietà. Hassi in tal caso la *chimica applicata*.

Difficilmente insino al tempo attuale i mestieri, le industrie, la fisiologia dimandaron invano alla chimica scientifica i suoi dilucidamenti. Ogni dimanda fatta con esattezza e precisione è stata finora sciolta; soltanto allorchè il querente non era egli medesimo sicuro dell'oggetto di cui dimandava la spiegazione, rimase senza risposta. L'ultimo e più difficile problema della chimica è la conoscenza delle cagioni dei fenomeni e dei loro cangiamenti, nonchè dei fattori comuni a fenomeni di natura diversa; il chimico rinviene le leggi a

cui obbediscono i fenomeni della natura, e riunendo tutto ciò che si manifesta pei sensi e che ha conosciuto, egli riesce ad una espressione intellettuale dei fenomeni, ossia a formarne una teorica.

Ma a fin di poter leggere nel libro scritto con caratteri ignoti, a poterlo intendere e chiaramente convincersi della verità di una teorica, nonchè a rendere soggetti alla nostra volontà i fenomeni su cui poggiano e le forze dalle quali son prodotti, è necessario che impariamo prima l'alfabeto; dobbiamo renderci familiare l'uso di cotesti segni ed acquistare esercizio e destrezza nel maneggiarli, dobbiamo imparare a conoscere le regole che formano la base delle combinazioni.

Nel modo stesso che la meccanica sublime e la fisica richiedono gran destrezza nell analisi matematica, il chimico qual naturalista deve aver acquistato una intima familiarità coll' analisi chimica. Egli esprime tutti i suoi risultamenti e le sue deduzioni mercè degli esperimenti ossia de'fenomeni.

Ogni esperimento è un pensiero reso accessibile ai sensi in virtù di un fenomeno. Le dimostrazioni delle nostre idee e delle deduzioni che ne derivano, nonchè le loro confutazioni, sono degli esperimenti, essi sono le interpretazioni di fenomeni provocati a nostro arbitrio.

Un tempo la chimica, del pari che l'astronomia, la fisica e le matematiche, altro non era che un'ar-

te sperimentale poggiata su i dati dell'esperienza e ridotta a certe regole; ma dappoichè sappiamo le cagioni e le leggi su cui fondansi coteste regole, l'arte dello sperimentare ha perduto interamente il suo significato.

Il penoso apprendimento, a spese del tempo, di tante pratiche e metodi nonchè di precauzioni nelle produzioni chimiche, nelle industrie e nella farmacia, gli attributi singolari del chimico dei tempi passati, i suoi fornelli e recipienti, sono divenuti altrettante curiosità; tutto ciò non s'impara più e si spiega da per sè stesso, dappoichè conosciamo le cagioni che le resero necessarie. La felice riuscita di uno sperimento o di una operazione dipende assai meno dall'abilità meccanica che dalle cognizioni; la cattiva riuscita proviene dalla mancanza di cognizioni; le scoverte son dovute alla destrezza nel combinare, ed all'ingegno.

Nelle lezioni preliminari studiamo l'alfabeto e nei lavoratorii l'uso di siffatti segni; colà lo scolare si familiarizza nella lettura dell'idioma dei fenomeni, v'impara le regole delle combinazioni, acquista destrezza e trova occasione di mettere tutto in pratica.

Tosto che siffatte lettere o segni sonosi formati in una lingua intellettuale, non perdesi nè cancellasi più il loro significato. Con la loro cognizione quegli vien corredato in guisa da poter perlustrare paesi incogniti, da poter arricchire le sue idee e fare delle scoperte in qualsiasi regione dove que-

sti segni han valore; essa gli porge i mezzi ad intendere le costumanze e le abitudini, nonchè i bisogni dominanti in cotesti paesi. Per fermo senza la conoscenza di siffatta lingua potrà passare la frontiera dei paesi stessi, ma si esporrà però a numerosi sbagli ed errori. Egli dimanda del pane e se gli offre una pietra.

La medicina, la fisiologia, la geologia, la fisica sperimentale sono queste terre sconosciute di cui egli vuole studiare le leggi, le istituzioni e le forme del governo. Senza la conoscenza della lingua dei fenomeni, senza l'arte d'interpretarli non gli rimane altro a scoprire che le sole forme e qualità esterne.

Non vedete voi di che manca la fisiologia? Non riconoscete la intima persuasione dei nostri grandi fisiologi ad ogni parola che profferiscono, ad ogni esperimento che fanno? La conoscenza delle forme esterne non gli appaga più; essi sono convinti della importanza e della assoluta necessità delle cognizioni più profonde, più intime che offre loro la chimica: ma potrassi effettuare ciò o vi si potrà pensare soltanto senza la conoscenza della nostra lingua?

Se altri meno eruditi fisiologi rimproverano alla chimica che tutti i nostri risultamenti tornino infruttuosi ed incapaci di veruna utile applicazione, essi commettono una grande ingiustizia, poichè non capiscono nè il suo valore nè il suo significato; per essi sarebbe altrettanto impossibile

leggere un libro scritto in lingua alemanna, ma con lettere ebraiche, se non conoscono queste lettere.

Non vi accorgete voi che da molti medici la stessa fisiologia, la base scientifica della medicina, è tenuta in altrettanto cattivo concetto che la chimica? che la medicina le fa gli stessi rimproveri e con eguale ingiustizia?

Il medico, il quale ha imparato la medicina non quale scienza ma come semplice arte sperimentale, non riconosce principio alcuno e tiensi soltanto a talune regole che gli suggerisce l'esperienza di ciò che in questi casi o in quelli produsse buoni o cattivi effetti. Del perchè, ossia delle cagioni, l'arte sperimentale non ne fa mica inchiesta. Ma quanto si giudicherebbero diversamente gli stati anormali ossia morbosi dell'umano organismo, se quelli normali ci fossero noti con sufficiente certezza, se avessimo idee del tutto chiare sui processi della digestione, dell'assimilazione e della secrezione! Quanto sarebbe diverso il trattamento degli ammalati! Ma senza giuste idee sulla cagione o gli effetti, senza la pratica intelligenza dei fenomeni naturali, senza studî profondi nella fisiologia e chimica, non vi farete le maraviglie, che degli uomini per altro intelligenti difendano le idee più assurde, e che la teorica di Hahnemann potè prender piede in Germania e trovar de'seguaci in tutti i paesi. L'intelletto solo non guarantisce dalla superstizione neanche intere nazioni; ma il fanciullo con lo sviluppo del suo spirito e

delle sue cognizioni depone il timor degli spettri.

Possiamo mai aspettarci che uomini di tal fatta traggano partito, minimo che fosse, dalle scoperte della chimica e della fisiologia? Possiamo stimar capaci di farne anche la più superficiale applicazione coloro i quali non abbracciano con mente filosofica a che tendono le ricerche naturali, e che non hanno imparato ad interpretare la lingua dei fenomeni?

Costoro e i lor consorti di spirito son dispiaciuti che la verità sia così semplice, benchè non ostante tutte le pene non riesca loro di utilizzarla praticamente, motivo per cui essi ci somministrano le più strane idee e cercano nella parola *forza vitale* una cosa maravigliosa con cui spiegano tutti i fenomeni che non intendono. Per mezzo di questa espressione affatto incomprensibile ed indeterminata essi spiegano tutto ciò che non è intelligibile!

Per venire alla conoscenza della forza vitale ed intendere gli effetti suoi, i medici debbono seguire esattamente la stessa strada che la fisica e la chimica hanno con tanto successo calcato.

Al certo non vi era altro stato della materia più occulto all'occhio del corpo e dello spirito, e più astruso di quello che noi chiamiamo *elettrico*.

Trascorsero più di dieci secoli da che si studiava la fisica, senza che la mente umana avesse avuto neanche il menomo presentimento di quella forza enorme della natura che prende parte in

tutti i cambiamenti della natura inorganica, nonchè in tutti i processi della vita vegetabile ed animale.

Dietro innumerevoli penose ricerche, non ispaventato dagli ostacoli senza fine, il naturalista acquistò la sua conoscenza più intima e la ridusse a sè soggetta: ora gli è noto che questa forza del pari che il calorico la luce ed il magnetismo son figliuoli di una stessa madre: per mezzo suo il naturalista rese obbediente ancora queste altre sorelle di lei, che sieguono il suo comando; col suo aiuto egli prescrive la strada al fulmine e ricava i metalli nobili dai loro minerali più scarsi; per essa riuscì a rinvenire finalmente la vera natura delle parti componenti il globo terrestre, e coll'aiuto di essa egli muove i bastimenti e moltiplica ancora gli oggetti dell'arte.

Una forza non rendesi visibile, non la possiamo tenere con le nostre mani; se vogliamo conoscere la natura e le proprietà sue siamo obbligati a studiarne le manifestazioni ed investigarne gli effetti. Ma a ciò non basta la sola osservazione, poichè l'errore si trova sempre sulla superficie, la verità devesi ricercare più nel profondo. Noi ci mettiamo al sicuro dall'errore sottoponendo la nostra idea ovvero la nostra spiegazione del fenomeno osservato alla pruova onde dimostrarne la verità. Le condizioni con le quali i fenomeni manifestansi debbonsi rinvenire; conosciute che sieno è opportuna cosa il variarle, e l'influenza di siffat-

to mutamento deve formare l'oggetto di nuove osservazioni. In questo modo la prima osservazione viene rettificata e chiara alla mente, ed alla fantasia non devesi permettere di prendervi parte alcuna. Il vero naturalista fa le sue spiegazioni e comenti mercè i fatti ed i fenomeni ; il suo problema consiste ad investigarli ed a rinvenirli, onde far parlare l'oggetto stesso. Un fenomeno naturale è un solo anello nella catena ; soltanto per la conoscenza degli altri anelli perveniamo alla scienza.

L'opinione che la forza generatrice della natura abbia la facoltà di produrre senza semi dalle diverse specie di roccie disfatte e dalle materie vegetabili in putrefazione le piante più varie ed anche degli animali, l'*horror vacui*, lo *spiritus rector*, la supposizione che nel corpo dell'animale vivente producasi il ferro ed il fosforo, sono le conseguenze dirette della mancanza di ricerche ; esse sono l'influsso della ignoranza, della pigrizia e della incapacità di ritrovare l'origine o le cagioni delle cose. Un solo ritrovato ovvero mille che non sieno tra loro in relazione non hanno forza dimostrativa. Non abbiamo alcun dritto d'inventare le cagioni mercè la nostra immaginazione allorchè non riusciamo a rinvenirle per via delle indagini, e se vediamo che gli infusorî nascono dalle uova ci rimane soltanto a sapere il modo come queste propagansi.

Dall'istante che ci facciamo guidare dall'imma-

ginazione accordandole il dritto di sciogliere le quistioni residue, cessa ogni ricerca. La verità rimane ignota; questo sarebbe il minore dei mali; ma il pessimo è alloraquando la fantasia in vece di quella sostituisce un mostro ostinato, maligno ed invidioso, l'errore, il quale contrastando alla verità, qualora alla fine questa cerca di sprigionare il passo, la combatte e tenta distruggerla; così accadde al tempo di Galileo e cosí succede tuttora ed ovunque, in tutte le scienze in cui si facciano valere le opinioni in luogo delle dimostrazioni. Se riconoscendo la nostra imperfezione confessiamo che coi nostri mezzi attuali non ci troviamo al caso di sciogliere la quistione nè spiegare il fenomeno, rimane quella qual problema su cui mille altri dopo di noi con zelo e coraggio proveranno le forze loro. Avverrà che presto o tardi sarà sciolto.

Con la spiegazione appagasi lo spirito; l'errore tenuto per verità, mena a riposo l'attività di esso spirito, non altrimenti che fa la verità stessa.

La fantasia procrea in cento mila casi altrettanti errori, e niente è più pernicioso ai progressi della scienza, niente è di maggiore ostacolo alla cognizione che un errore inveterato, poichè riesce cosa difficilissima il confutare una falsa teorica, appunto perchè poggia sulla persuasione che il falso sia vero.

Certamente non conveniva alla investigazione ragionata della natura spiegare nell'organismo il

processo di formazione, l'altro della nutrizione, nonchè quello della secrezione, pria che fossero stati conosciuti gli alimenti e le sorgenti da cui questi derivano, pria che l'albume, la caseina, il sangue, la bile, la sostanza cerebrale ec. fossero stati sottoposti ad esami che meritano la nostra fiducia. Altrimenti son questi soltanto dei nomi di cui tutto al più sono conosciute le lettere; pria che le proprietà e le relazioni loro, pria che le metamorfosi che soffrono in contatto con altri corpi fossero note, in una parola pria che fossero stati obbligati a parlare, potevasi mai aspettare che dessi ci avessero detto qualche cosa?

La cagione dei fenomeni vitali è una forza che non opera a distanze misurabili, l'attività sua manifestasi soltanto nel contatto immediato degli alimenti o del sangue coll'organo atto al loro ricevimento o alla modificazion loro. Ad ogni modo affatto simile addimostrasi la forza chimica, e non esistono in natura altre cagioni che producono movimento o cambiamento, non vi sono altre forze che stieno in relazione più intima di quel che sieno la forza chimica e quella vitale. Sappiamo che vi ha reazione chimica ogni qual volta corpi eterogenei trovinsi tra loro in contatto; supporre che una delle più potenti forze della natura non prenda parte nei processi dell'organismo vivente, benchè vi concorrano tutte le condizioni, sotto le quali essa dimostrasi attiva, sarebbe contrario a tutte le regole delle scienze naturali. Ma lungi di aver delle

pruove del parere che la forza chimica si sottometta a quella vitale a segno che gli effetti di quella sfuggano alle nostre osservazioni, vediamo p. e. la forza chimica dell'ossigeno in ogni minuto secondo di tempo in pieno vigore; così l'*urea*, l'*allantoina*, l'*acido delle formiche e degli scarafaggi idrofili (Wasserkäfer)*, l'*acido ossalico*, l'*olio volatile delle radici di valeriana*, quello dei *fiori della spiraea ulmaria*, l' *olio volatile della Gaultheria procumbens* son prodotti del processo vitale; ma è uopo chiedere, son dessi ancora prodotti della forza vitale?

Noi siamo nel caso di produrre mercè la forza chimica tutte queste combinazioni; dagli escrementi de'serpenti e degli uccelli la chimica estrae la sostanza cristallina del fluido allantoico della vacca, dal sangue carbonizzato produciamo l'urea, dalla segatura di legno lo zucchero, l'acido formico, l'acido ossalico, dalla corteccia del salice l'olio volatile della *spiraea ulmaria*, l'olio della *gaultheria*, dalle patate l'olio volatile della radice di valeriana.

Tali esperienze ci danno abbastanza dritto alla speranza che ci riuscirà egualmente di produrre con tutte le proprietà loro la chinina e la morfina, combinazioni da cui risulta l'albume o la fibra muscolare.

Distinguiamo gli effetti della forza chimica da quelli che appartengono alla forza vitale e ci troveremo sulla via che ci mena all'intelligenza della

natura di questa ultima. Giammai la chimica non potrà riuscire a produrre un occhio, un capello, una foglia. Ma sappiamo con certezza che la formazione dell'acido prussico e dell'olio delle mandorle amare, quella dell'olio e della senapina nella senapa, nonchè quella dello zucchero ne'semi germoglianti sieno risultamenti della chimica scomposizione: noi vediamo che uno stomaco di vitello morto, coll'aiuto di un poco di acido muriatico opera sulla carne e sul bianco d'uova indurito per cottura nel modo stesso come uno stomaco vivo, che entrambe le citate sostanze divengono solubili, vale a dire vengono digerite. Tutto ciò ci autorizza a conchiudere, che per via delle naturali ricerche giungerem noi alla chiara veduta delle metamorfosi che soffrono gli alimenti nell'organismo, e degli effetti de'farmachi.

Indarno senza lo studio accurato della chimica e della fisica, la fisiologia e la medicina cercheranno lumi a sciogliere i problemi loro più importanti, che consistono nelle ricerche delle leggi vitali onde sospendere e rimuovere lo stato anomalo dell'organismo. Senza la cognizione delle forze chimiche non potrassi giammai conoscere a fondo la natura della forza vitale; il medico scientifico potrà attendere aiuto dalla chimica nel solo caso in cui trovisi egli in grado di presentare al chimico le dimande in dritta regola.

L'industria ha ricavato immensi vantaggi dalle conoscenze chimiche; dall'epoca in cui la minera-

logia fece tesoro della composizione dei minerali e della relazione delle loro parti costituenti essa è divenuta una scienza nuova; è cosa vana aspettare dei progressi nella geologia se non tengasi conto, più di quel che non si è fatto per lo passato, della costituzione e chimica composizione delle roccie, seguendo in ciò appunto l'esempio della mineralogia. La chimica è la base dell'agricoltura; senza la conoscenza della composizione del suolo e di quella degli alimenti dei vegetali non potrassi giammai pensare a stabilirla sopra uno scientifico fondamento.

Senza la cognizione chimica l'uomo di stato rimane straniero alla vera vita nella gran società di cui fa parte, nonchè all'organico sviluppo e perfezionamento della medesima; senza di essa il suo sguardo non potrà aguzzarsi nè il suo spirito infiammarsi per tutto ciò che al paese ed alla società umana sia veramente utile o nocivo. Gl'interessi materiali sommi, la produzione massima e più vantaggiosa degli alimenti necesarii all'uomo ed agli animali, la conservazione della salute ed il riacquisto della stessa sono intimamente connessi alla diffusione ed allo studio delle scienze naturali, ed in particolar modo a quello della chimica. Senza la conoscenza delle leggi della natura e dei fenomeni di essa lo spirito umano faticherà invano a procurarsi una immagine della bontà o della sapienza incomprensibile del Creatore, giacchè tutto ciò che la più ricca fantasia, la più

elevata coltura dello spirito potrà giammai raffigurarsi, posto d'accanto alla realtà, altro non apparirà che qual iridescente ma vôto globo di sapone.

I bisogni de'nostri tempi si sono di già manifestati prendendo parte attiva nella fondazione di scuole pratiche in cui le scienze naturali occupano il primo posto tra gli oggetti dell'insegnamento; da esse uscirà una generazione più vigorosa per intelletto e per ingegno capace e suscettivo di tutto ciò che sia veramente grande e fruttuoso. Da esse lo stato aumenterà i suoi mezzi, e mercè queste il suo potere e la sua forza, ed allorchè l'uomo rinfrancato dal peso della propria esistenza si sentirà più scevro delle difficoltà di ovviare e mettere da banda gli affanni di questa terra, potrà egli volgere allora soltanto il suo sentimento più purgato e più nobile al sublime ed all'Altissimo.

LETTERA II.

*****

La storia dell'uomo è lo specchio dello sviluppamento dello spirito di lui, addimostrandoci nei suoi fatti gli errori e le debolezze sue, le virtù, le proprietà nobili, nonchè le sue imperfezioni. Le scienze naturali ci apprendono la storia dell'onnipotenza, della perfezione, della incomprensibile sapienza di un Ente infinitamente più elevato nelle opere sue e nei suoi fatti; nella ignoranza di questa storia non si potrà giammai far conto sul perfezionamento dello spirito umano; senza l'aiuto di essa l'anima immortale dell'uomo non giunge alla coscienza della propria dignità e del posto che occupa nell'universo.

La religione dei Greci e dei Romani, quella del paganesimo, fondavasi nella origine sua sur una imperfetta e falsa rappresentazione dei naturali fenomeni; il loro spirito, l'occhio loro era chiuso al riconoscimento delle cagioni più prossime delle

operazioni della natura; essi dirigevano le loro preghiere alle brute potenze della natura. Ogni superstizione ci riporta verso il paganesimo.

Il gran pregio e la sublimità della conoscenza della natura consiste appunto in ciò, che dessa coordinasi al vero cristianesimo. La divinità di origine della cristiana dottrina sta in questo, che non siamo noi giunti al possedimento delle verità sue ed alla esatta ricognizione di un Ente supremo sopra tutti i mondi, per la umana via delle empiriche ricerche, ma che la dobbiamo invece ad una superiore rivelazione.

Lo spazio in cui muovonsi i sistemi dell'universo non ha limite alcuno; che cosa vi sarebbe per avventura al di là di siffatta linea che ne segni i confini? Il numero dei mondi è infinitamente grande; non esprimibile per mezzo di ciffre; la luce percorre in un minuto secondo 160,000 miglia; un anno abbraccia molti secondi; eppure vi sono delle stelle fisse la cui luce per giugnere all'occhio nostro, avrebbe d'uopo di billioni di anni. Noi conosciamo animali con denti, con organi del moto e della digestione, i quali non sono più visibili all'occhio nudo; vi ha altri animali misurabili, che sono migliaja di volte minori e posseggono gli apparati stessi. In un modo analogo a quelli maggiori ed ai massimi essi cibansi e propagansi mercè delle uova, le quali poi debbono di necessità essere centinaja di volte minori che il proprio loro corpo. Il non aver conoscenza di creature bil-

lioni di volte minori di quelle, dipende soltanto dai nostri imperfetti ottici strumenti.

Quali gradazioni e varietà non presentano le parti costituenti il nostro globo tanto per lo stato loro che per le loro proprietà! Vi ha corpi i quali sono venti volte più gravi dell'acqua in uno spazio eguale; altri poi sono diecimila volte più leggieri, le minime particelle di cui non sono più percettibili col soccorso neanche del miglior microscopio; nella luce finalmente, in quel maraviglioso messaggiero, che in ogni dì ci apporta contezza della permanenza d'innumerevoli mondi, conosciamo noi l'azione di un Ente fuori della nostra terrestre sfera, che non più siegue le leggi della gravità e ciò nonpertanto rendesi notabile ai nostri sensi per innumerevoli operazioni; e questa luce stessa del sole, che al suo arrivo sulla terra inspira vita e movimento alla natura inanimata, vien da noi divisa in raggi, i quali cessando di essere lucidi producono i più forti mutamenti e scomposizioni della natura organica; noi la scomponiamo in una quantità di raggi calorifici i quali tra loro manifestano altrettante diversità che i colori. In verun luogo però noi scorgiamo nè principio nè fine. La mente umana non vede in natura limite veruno nè al di sopra nè al di sotto di sè, ed in siffatta infinità con le di lei forze appena concepibile per la sua incommensurabilità, nessuna goccia d'acqua cade a terra, nessun polviscolo cangia di luogo senza essere a ciò forzato.

In niun luogo fuori di sè l'uomo osserva una volontà giunta alla propria coscienza; tutto egli mira nei vincoli d'incommutabili e fermo leggi della natura, solo in sè medesimo ei riconosce un certo che superiore a tutti questi effetti, una volontà la quale padroneggia tutte le leggi della natura, uno spirito che nelle sue manifestazioni non dipende mica da coteste forze naturali, e nel suo compiuto perfezionamento impone leggi solo a sè medesimo.

La semplice conoscenza empirica della natura c'induce con forza irrepugnabile alla persuasione che quel certo non so che non sia il limite oltre a cui niente vi esista di simile ad esso e di più perfetto; le sole gradazioni inferiori ed infime del medesimo sono accessibili al nostro accorgimento ed al pari di ogni altra verità nella induttiva ricerca della natura fondasi sopra questo la esistenza di un Ente superiore, di un Ente infinitamente elevato, alla visione nonchè al riconoscimento del quale non bastano più i sensi, e che noi abbracciamo nella sua grandezza e sublimità perfezionando solo gli strumenti del nostro spirito.

La cognizione della natura è la via, che ci mena al perfezionamento spirituale, essa stessa ce ne somministra i mezzi.

La storia della filosofia c'insegna che gli uomini più savii, i sommi pensatori dell'antichità e di tutti i tempi, abbiano riputato lo studio de'fenomeni della natura e la cognizione delle leggi di que-

sta, qual mezzo assolutamente indispensabile onde giungere alla coltura dello spirito. La fisica formava parte della filosofia. Con la scienza l'uomo rende a sè soggette le forze della natura, nell'empirismo è l'uomo che rendesi da queste dipendente; l'empirico, come non conscio di sè stesso, nel mettersi al pari di un essere subordinato, applica solo una piccola parte delle sue forze a prò della società umana. Gli effetti regolano la sua volontà, mentre che mercè la penetrazione nella intima connessione di questi, egli potrebbe dominare gli effetti.

Non troverassi questa introduzione inopportuna, anzi ben collocata nel proprio luogo, allorchè sarà nella seguente lettera da me tentata la spiegazione di una delle più maravigliose leggi della natura, e che forma la base della chimica moderna.

Se per l'anatomico comparatore un pezzetto di osso, un dente, diviene un libro mediante il quale ci racconta la storia di una creatura del passato mondo, descrivendone la grandezza e la forma, il mezzo in cui viveva quella e respirava, l'alimento suo vegetabile o animale, mostrandocene gli organi locomotori, potrebbe tutto ciò di leggieri stimarsi giuoco di sregolata fantasia, se quel pezzettino di osso, se quel dente ripetessero la loro forma e costituzione dal capriccio; tutto ciò è possibile all'anatomista giacchè ogni singola parte deve la forma sua a leggi determinate, giac-

chè conosciuta che sia la forma della parte si ha dalla legge la norma di costruire il tutto. Non meno maraviglioso potrà sembrare a molti siccome dalla conosciuta relazione del peso con cui un dato corpo combinasi con un altro, il chimico ricavi e stabilisca le relazioni analoghe in cui il primo combinisi con tutti gli altri innumerevoli corpi. La scoperta di leggi siffatte, a cui suppongonsi tutti i casi che abbracciano numeri e misure tanto nel mondo organico quanto nel minerale, e che regolano e padroneggiano tutti i chimici processi, è riputata generalmente il più importante e per le sue conseguenze il più dovizioso conquisto che abbia fatto il secolo attuale.

LETTERA III.

Per comprendere chiaramente l'ordine ammirando e la regolarità, con la quale entrano i corpi tra loro in combinazione, bisogna rammentarsi ciò che il chimico intende per composizione o scomposizione. La ruggine di ferro, l'imbiancamento de'colori esposti all'aria, la estrazione dei metalli dai rispettivi minerali, la produzione d'innumerevoli oggetti del commercio e dell'industria, nonchè quella de'farmachi, in breve le forme nuove e i fenomeni che addimostransi ai sensi allorchè due corpi di natura diversa vengono posti tra loro a contatto, tranne pochissime eccezioni, poggiano sur una composizione o scomposizione chimica. Le ultime cagioni delle nuove forme e de'fenomeni sono appunto le forze chimiche le quali da tutte le altre differiscono in ciò che ci avvediamo dell'esistenza di esse per le loro manifestazioni, unicamente allorquando i corpi tro-

vinsi in contatto immediato; ad ogni minima misurabile distanza, non manifestano più effetto di sorta alcuna. Cotesta classe di fenomeni appartiene esclusivamente alla chimica; la gravità, la forza elettrica e quella magnetica, nonchè il calore, influiscono pur essi sui chimici svolgimenti, ma quali forze che operano a distanze, e in quanto che producono dei movimenti, traslatazioni ed in generale fenomeni naturali, spetta alla fisica nel più stretto significato investigarne il carattere e le leggi.

Il ferro ossidasi all'aria, solfo unito al mercurio cambiansi in cinabro; è appunto la forza chimica che si rende attiva tra le particelle del ferro ed una parte componente l'aria, o tra quelle dello zolfo e del mercurio; per essa si è operato lo scambio delle proprietà di questi, essa è la cagion della produzione di un corpo con nuove e svariate proprietà, ossia di una *combinazione chimica*.

Dal cinabro riscaldato di unito al ferro ricaviamo di bel nuovo il mercurio, dalla ruggine di ferro arroventata insieme al carbone otteniamo nuovamente il ferro metallico; il cinabro scomponesi mediante il ferro e la ruggine di questo per mezzo del carbone: la cagione n'è ognora la forza chimica, come l'effetto mai sempre n'emerge per la produzione di una composizione: il ferro che isolava il mercurio, combinasi con lo zolfo, avevamo del solfuro di mercurio ed otteniamo solfuro di ferro; il carbone che dalla ruggine ferrosa ci fa

sceverare il ferro in istato metallico combinasi con quella parte costituente l'aria a cui il ferro ossidandosi si era congiunto. La infinita quantità delle chimiche scomposizioni de'corpi composti, il segregamento di una delle parti costituenti di essi, son mai sempre condizionate da ciò che un nuovo corpo intervenuto entra in combinazione con le rimanenti parti costituenti. È cosa evidente, che sotto date condizioni, siffatti corpi non potrebbero soffrire alcun cambiamento nella proprietà loro, se quella cagione da noi detta forza chimica, non si rendesse efficace tra le particelle di essi. Affatto contrario al solito uso grammaticale ed alla significazione della parola, si è chiamata la forza chimica affinità. Dicesi che due corpi abbiano dell'affinità tra loro, allorchè messi a contatto, abbian la facoltà di combinarsi insieme. Una tale espressione sarebbe appieno falsa se con ciò si volesse dire che siffatti corpi sieno tra loro affini.

I 56 corpi semplici posti alla rinfusa sopra una tavola potrebbero anche da un fanciullo secondo lo aspetto loro venir collocati in due grandi classi, cioè in una, i componenti di cui hanno apparenza metallica (metalli), e nell'altra in cui i singoli individui mancano di questo aspetto metallico (metalloidi). Siffatti grandi divisioni poi dietro l'analogia di altre loro proprietà lasciansi suddividere in gruppi minori, in ognuno de'quali dobbiamo supporre riuniti i corpi che maggiormente si approssimano. In modo egualmente analogo i corpi

composti mostrano delle somiglianze o differenze nelle proprietà loro, ed ordinandoli tutti per famiglie, ovvero riunendo quelli che nascono da genitori medesimi, troveremo che i membri di una stessa famiglia mostrano pochissima e talvolta neanche la minima disposizione a formare tra loro nuovi composti; essi sono omologhi per le proprietà, ma non hanno attrazione o affinità tra di loro; quanto più differenza poi passa tra le proprietà de' membri di due famiglie, tanto maggiormente manifestasi l' attrazion loro.

Così le combinazioni tra due individui della famiglia stessa posseggono in grado costante e talvolta anche in grado eminente le facilmente riconoscibili virtù ed i vizii della famiglia cui appartengono; ma se due membri di famiglie del tutto straniere collegansi, nascerà un nuovo corpo in cui non sono più riconoscibili i genitori.

Così il ferro ed il mercurio (due metalli) trovansi per albero genealogico assai più daccosto che il ferro e lo zolfo, o il mercurio e lo zolfo (un metallo ed un metalloide). In una combinazione dei due primi se ne rileva subito l'origine, ma chi mai potrebbe supporre nel cinabro combinato allo zolfo giallo infiammabile, quel metallo liquido ed argenteo? Da ciò derivano nelle combinazioni puranche diversi gradi di affinità, con cui dinotasi sempremai l' ineguale capacità e la ineguał tendenza delle parti loro ad entrare tra loro stesse in combinazione. Ora su questi diversi gra-

di di attrazione son basate tutte le scomposizioni.

Abbiamo detto di sopra che sia di precisa necessità per la manifestazione dell'affinità chimica, che le particelle de'corpi tocchinsi, ovvero sieno tra loro avvicinate in distanze incommensurabilmente piccole. Ora è noto a chiunque l'effetto che il calorico produce sui corpi. Un chiodo di ferro per quanto sia fermamente impiantato nella parete a poco a poco rilasciasi ed infine se ne stacca. In tempo di estate il ferro trovasi più riscaldato che nell'inverno; esso dilatandosi muove con gran forza il legno e le pietre da se d'intorno, nell'inverno poi esso contraesi. ma però assai di più delle legna e delle pietre insieme. La dilatazione mercè il calorico presuppone che le particelle di un corpo allontaninsi tra loro, ed il restrignimento, mercè il freddo, che le medesime raccostinsi. Or siccome una certa vicinanza delle particelle è condizione essenziale alla manifestazione dell'affinità chimica, intendesi con facilità che una moltitudine di chimiche composizioni venga disciolta nelle sue parti costituenti pel solo effetto del calorico, e ciò ha sempre luogo allorquando la distanza delle particelle oltrepassi alla fine la sfera della loro chimica attrazione. Da ciò risulta necessariamente una disgregazione; diminuendo la temperie di calore, le particelle avvicinansi di bel nuovo, e ad un certo punto di avvicinamento entrano nuovamente in combinazione. Possiamo ammettere che a temperature per noi in-

commensurabilmente alte, possansi trovare nello spazio stesso dei corpi senza combinarsi tra loro, non ostante che abbiano la più dichiarata reciproca affinità, e ciò appunto perchè il calore la paralizza opponendo ostacolo alla sua manifestazione. Così, senza alcun dubbio, le parti costituenti la nostra terra erano ordinate in tutt'altra guisa al tempo in cui questa godeva di una temperatura straordinariamente alta, e non sarebbe idea strana ammettere che si trovassero in una fusione come in un caos e che le medesime siensi ordinate nei presenti minerali e nelle diverse specie di roccie, soltanto allorchè la temperatura siasi diminuita mercè il raffreddamento. Immaginiamoci ora tutti gli elementi del globo terrestre per effetto di un gran calore tramutati nello stesso stato in cui trovansi alla temperatura ordinaria dell'aria l'ossigeno e l'idrogeno, la terra diventerebbe un immenso globo di gas, i quali mischierebbonsi da per tutto in modo uniforme, senza entrare tra loro in combinazione, nella guisa stessa che ciò appunto ha luogo per l'ossigeno e l'idrogeno, non ostante la eminente affinità loro. A 350 gradi il mercurio combinasi coll'ossigeno dell'aria, formando una polvere rossa cristallina, a 400 gradi cotesta polvere riducesi in gas ossigeno e vapore mercuriale.

Se facciamo fondere in un crogiuolo una mescolanza di ferro e di piombo con lo zolfo, il ferro distaccasi dal piombo e si unisce allo zolfo; fin-

tanto che rimane una traccia di ferro nel piombo niuna particella dello zolfo uniscesi ad esso ma soltanto al ferro ; poscia che tutto il ferro si è unito allo zolfo, questo uniscesi infine al piombo. Come di leggieri si scorge, entrambi i metalli hanno affinità con lo zolfo, ma quella del ferro è assai maggiore di quella del piombo; onde avviene, come appunto si pratica in grande, che se il solfuro di piombo, qual rinviensi in natura (la galena), si fa fondere di unita al ferro, il piombo fuso si separa nello stato puro metallico, il ferro combinandosi con lo zolfo con cui è molto maggiore l'affinità sua.

In simil guisa il ferro portato al rosso scompone il cinabro e ne scaccia il mercurio combinandosi con lo zolfo, però in tal caso l'affinità del ferro per lo zolfo non è la sola cagione della scomposizione. Nessuno finora ha veduto il mercurio nello stato incandescente, come per esempio il ferro nella fucina del fabbro; mentre che il ferro arroventandosi non abbandona il fuoco, il mercurio tramutasi invece sotto le circostanze stesse in un vapore invisibile; in virtù del calorico le sue parti acquistano la facoltà di prendere lo stato gassoso: ora un tal privilegio poggia sulla facoltà o tendenza delle sue parti di respingersi a certe temperature e di mettersi a distanze maggiori le une dalle altre, e siffatta tendenza ritengono ancora i corpi nelle loro chimiche combinazioni. Anche al calor dell'ambiente il mercurio ha la facoltà

di evaporare; una goccia di mercurio evaporasi a poco a poco nell'aria, benchè le occorresse in ciò tempo maggiore di una goccia d'acqua, e finisce tuttavia volatilizzandosi a poco a poco infino a che sparisce. Siffatta evaporazione viene accelerata in modo straordinario dal calore. Il cinabro non evaporasi nelle circostanze stesse, ciò che senza alcun dubbio proviene da che alla tendenza del mercurio di assumere lo stato aeriforme, distaccandosi dalle particelle dello zolfo, o di allontanarsene, si fa incontro una resistenza, e questa è per lo appunto la chimica affinità dello zolfo: cotesta resistenza non vien mica superata al calor dell'ambiente. Che se il cinabro facciasi poi riscaldare insino alla temperatnra alla quale il mercurio prende lo stato aeriforme non solamente indeboliscesi l'affinità tra lo zolfo ed il mercurio mercè l'allontanarsi delle loro minime particelle, ma la tendenza ancora del mercurio a distaccarsi dallo zolfo viene con ciò accresciuta. Or se altra affinità (benchè minima), p. e. quella del ferro per lo zolfo, venga in soccorso del calore, avrà luogo la separazione dello zolfo dal mercurio, la quale non sarebbe accaduta senza il concorso di siffatte differenti cagioni. Dunque la tendenza di un corpo ad assumere lo stato aeriforme a date temperature è di grandissima influenza in tutti i processi di composizioni e scomposizioni chimiche, poichè dessa fa variare, aumentando o diminuendo, le manifestazioni della chimica affinità.

In nn modo perfettamente analogo, la capacità delle particelle di conservare la loro coerenza in un corpo, contro tutte le cagioni che tendono a distruggerla, prende parte al giuoco dell'affinità. Mercè il calore noi possiamo fondere lo zucchero ed il sale da cucina, rendere le loro parti assai mobili in tutte le direzioni, sospendere ed annientare del tutto il loro stato solido. Mediante l'acqua otteniamo noi gli effetti stessi; lo zucchero ed il sale da cucina disciolgonsi nell'acqua, non già per cagion del calore, ma bensì l'affinità chimica dell'acqua è quella che sospende la tendenza di essi corpi a perdurare nello stato loro di coerenza. Un pezzo di osso calcinato è insolubile nell'acqua e ne'fluidi alcalini; la tendenza delle sue parti a conservare il proprio stato, ossia come direbbesi in tal caso, la forza di coesione è maggiore dell'affinità del fluido. In molti fluidi acidi, p. e. nell'aceto, ha luogo il contrario, disciogliendovisi in esso perfettamente. Quindi è chiaro che se mettiamo le parti costituenti di siffatto pezzo di osso (acido fosforico e calce) in contatto con un liquido acido, non vi ravvisiamo cambiamento alcuno, poichè entrambi, non importa in qual forma, sono solubili nell'acido; introducendoli poscia amendue nell'acqua o in un fluido alcalino, il quale non oppone ostacolo veruno alla riunione delle loro parti componenti in un corpo solido, vediamo cadere al fondo della terra ossea in forma di una bianca polvere; in ciò ha luogo, come suol dirsi, una precipitazione.

In tal modo il chimico mette a profitto la ineguale solubilità dei corpi nei diversi fluidi, ed il modo di comportarsi di essi col calore, quai potenti mezzi di separazione, ossia di analisi. Tutti i minerali senza eccezione lasciansi sciogliere nei liquidi a ciò analogamente scelti; mentre che quegli muta la natura del fluido con la giunta di altre materie, scambia con ciò benanche la solubilità nel fluido stesso delle parti costituenti il minerale e gli riesce in tal guisa separarne l'una dopo l'altra. Questa è la prima via dell'analisi; l'altra consiste in ciò, che alla soluzione di un aggregato il quale componesi di cinque, sei e più parti costituenti, unisconsi a grado a grado altre sostanze diverse, le quali entrano in nna combinazione insolubile coll'una o coll'altra delle parti costituenti. Adoperasi ciò secondo una certa successione, e propriamente come se ciascuno degli elementi diversi giacesse in un ripostiglio diverso, all'apertura del quale abbisognassero altrettante chiavi differenti.

LETTERA IV.

In coteste scomposizioni e composizioni dimandasi naturalmente: che bisogno abbiasi d'un corpo, p. e. del ferro, onde questo escludesse un altro, il mercurio, dalla combinazione sua nel cinabro, per combinarsi in sua vece con lo zolfo?

Tutte queste dimande sonosi sciolte nel modo più soddisfacente.

Se nel riferito caso non adoperasi abbastanza ferro, rimarrà parte del cinabro non iscomposta, mentre al contrario usandone troppo, l'eccedente non si combinerà con lo zolfo.

Per tutte queste scomposizioni occorrono quantità esattamente determinate, le quali non variano mica per qual si voglia caso, ciò che senza alcun dubbio si fonda sulla legge che i corpi combinansi tra loro con invariabili proporzioni di peso, giacchè ciascuna scomposizione è soltanto il risultamento di una novella combinazione.

Nello scomporre 117 parti di cinabro mi occorrono 27 di ferro, ne otterrò 101 di mercurio e 43 di solfuro di ferro.

Trovansi perciò riunite
16 parti di zolfo con 101 parti di mercurio,
le quali ultime vengono
isolate e sostituite da 27 parti di ferro.

Da ciò ne risulta che 27 parti di ferro sonosi combinate con 16 di zolfo.

Or ad evidenza scorgiamo come la relazione de'pesi tra il ferro ed il mercurio, sostituendosi questi l'uno all'altro nelle combinazioni loro con lo zolfo, da per tutto ed in qualunque caso in cui l'uno de'corpi venga surrogato e sostituito dall'altro, rimanga invariata. Se da qualunque altra delle mercuriali combinazioni, a cagion di esempio da quelle coll'ossigeno, col cloro, col iodo, ecc. vogliasi segregare il mercurio e sostituire a questo il ferro, sempre invariabilmente si avrà d'uopo di 27 parti di ferro per ogni 101 parti di mercurio; l'esperienza inoltre c'insegna, ogni qual volta 101 parti di mercurio entrano in combinazione con un corpo il cui peso rappresentisi con a, che siffatto peso a del corpo stesso entri ancora in combinazione con 27 parti di ferro.

Sonosi dai chimici rinvenute tutte queste verità di fatto con la bilancia alla mano, e tali invariabili relazioni non solamente rilevansi nei pochi corpi di sopra nominati, ma pur le osserviamo dovunque ed in tutti i corpi. Così p. e.

16 di zolfo combinansi con 8 di ossigeno
e con 1 d'idrogeno
e da per tutto ove in una combinazione l'idrogeno venga sostituito dall'ossigeno, o questo da quello, osservasi che ad ogni 8 parti in peso di ossigeno richieggasi a sostituirle 1 d'idrogeno, come per ogni 1 parte d'idrogeno in peso 8 d'ossigeno.

Non solamente però le relazioni de'pesi dell'ossigeno e dell'idrogeno rimangono nelle altre combinazioni tra loro identiche; ma pure quella dello zolfo, rimanendo le sue proporzioni in peso, rispetto a que'due corpi, invariabilmente stabili; di maniera che per qualunque combinazione dello zolfo in cui vogliasi questo surrogare coll'ossigeno o coll'idrogeno, subentrano in vece di esso zolfo la metà del suo peso di ossigeno od un sedicesimo d'idrogeno.

1 parte in peso d'idrogeno
combinasi con 16 di zolfo;
a queste 16 di zolfo può sostituirsi 1 d'idrogeno.
La influenza di tale sostituzione è la combinazione di 8 di ossigeno con 1 d'idrogeno, o 9 di acqua; ovvero
5 di ossigeno combinansi con 16 di zolfo;
a queste 16 di zolfo può sostituirsi 1 d'idrogeno.
Il risultamento è di bel nuovo una combinazione di 1 d'idrogeno con 8 di ossigeno.

Or facilmente intendesi come conosciuto che sia il peso con cui un corpo entra in combinazio-

ne con due, tre, quattro e più altri (giacchè sempre questi possonsi prendere coppia a coppia) siffatti pesi esprimono benanche le quantità dei corpi diversi mantenute nelle rispettive combinazioni loro. 16 di zolfo combinansi con 8 di ossigeno, con 1 d'idrogeno, con 101 di mercurio, con 27 di ferro; con pari esattezza egualmente 8 di ossigeno combinandosi con 101 di mercurio e con 27 di ferro, formano un ossido di mercurio, di ferro ecc. In fine se la proporzione in cui un corpo qualsiasi combinasi con tutti gli altri sia nota, saran conosciute benanche le quantità con cui tutti i corpi, posto che ne abbiano la facoltà ossia che sieno affini, combinansi tra loro. Lo specchietto che siegue non avrà bisogno di maggiore schiarimento.

Ossigeno	O	8	Potassio	K	39,2
Idrogeno	H	1	Calcio	Ca	20,5
Carbonio	C	6	Silicio	Si	14,8
Zolfo	S	10	Piombo	Pb	103,8
Azoto	N	14	Rame	Cu	31,8
Fosforo	P	31,4	Mercurio	Hg	101,4

Queste ciffre ci mostrano la quantità in peso di alcuni de'corpi semplici (essi son conosciuti per tutt'i corpi) a cui questi combinansi tra loro, ovvero, se piaccia altrimenti, sono appunto i pesi con cui sostituisconsi i corpi a vicenda nelle loro combinazioni.

È cosa da osservarsi con ogni particolarità, che siffatte relazioni non variano neppure nei casi

ne'quali un corpo con un secondo, con un terzo ecc. entri in più di una combinazione. Sicchè 14 di azoto con 8 di ossigeno costituiscono la così chiamata aria ilarante (*Lustgas*); vi ha una seconda combinazione che dà un gas senza colore il quale a contatto dell'aria produce una nebbia rossa, e che per ogni 14 di azoto contiene 16 di ossigeno (2×8); vi è una terza la quale contiene di ossigeno 24 ($=3\times8$); una quarta di 32 ($=4\times8$); una quinta, l'acido nitrico, che tien 40 di ossigeno (5×8): e ciò sempre ad ogni 14 di azoto. Così il carbonio combinasi coll'ossigeno in due proporzioni; la prima combinazione è un gas infiammabile, contenente per ogni 6 di carbonio 8 di ossigeno, l'altra poi, che per ogni 6 di carbonio contiene 16 di ossigeno, forma il noto acido carbonico.

Per tutt'i casi senza eccezione, ne' quali gli elementi accozzansi a produrre una combinazione qualsiasi, tali relazioni rimangono fisse ed immutabili.

Dall'analisi dell'acido acetico si ricava che questo contiene in 100 parti di peso 47,06 di carbonio, 5,88 d'idrogeno e 47,06 di ossigeno. Io so quanto ossigeno ed idrogeno tengasi in combinazione con 47,06 di carbonio, e niente è più facile che determinare quanto ossigeno ed idrogeno ad ogni 6 parti in peso di carbonio vi sia contenuto, riducendosi tale operazione ad una semplice regola del tre. Per ogni sei di carbonio vi si trovano

3/4 d'idrogeno o 6 di ossigeno, ovvero in numeri interi 24 di carbonio (4×6), 3 d'idrogeno (4×3/4) e 24 di ossigeno (3×8).

Oppure mi sia noto quanto di carbonio e d'idrogeno nell'acido acetico sian combinati con 47,06 di ossigeno, ed in tal caso io determino quanto di entrambi cotesti elementi si spetti per ogni 8 di ossigeno (ossia per rispetto ad un'altra di quelle invariabili ciffre succitate) ed ottengo per ogni 8 di ossigeno, 1 d'idrogeno ed 8 di carbonio che moltiplicati per tre mi daranno la identica relazione.

La composizione di tutte le chimiche combinazioni, niuna eccettuata, può indicarsi in modo affatto analogo a quella dell'acido acetico, mercè siffatte ciffre costanti, le quali perciò chiamansi *Pesi di miscela*, e relativamente alla loro mutua sostituzione, *Equivalenti*, poichè in fatti esprimono le quantità con le quali entrano i corpi in combinazioni, ovvero nelle quali essi producono eguali effetti. Mi abbisognano p. e. nell'esercizio di un'azione chimica, ad uno scopo qualsiasi, 8 libbre di ossigeno; or se invece dell'ossigeno io potessi e volessi far uso dello zolfo, avrò d'uopo del doppio del peso dell'ossigeno, ossia per 8 di ossigeno 16 di zolfo, esprimendo siffatti pesi di miscela appunto gli eguali effetti delle azioni.

La scoperta della legge naturale che manifestasi in queste relazioni fisse delle combinazioni, condusse i chimici ad una lingua di segni, la quale

concede loro di dinotare sotto forme straordinariamente semplici, la composizione di una combinazione, la sostituzione di uno degli elementi suoi e generalmente la maniera con cui essi immaginano disposti gli elementi. Eglino adunque si accordarono a contrasegnare gli elementi e gli equivalenti loro con le lettere iniziali delle denominazioni latine di essi, di sorta che in conseguenza O (da *Oxigenium*) indica non solo l'ossigeno ma pure nè più nè meno di 8 parti in peso di ossigeno, H una parte in peso d'idrogeno, S, 16 parti in peso di zolfo. Scorgesi di leggieri quale agevolezza ne risulti; neppure la memoria più ferace riuscirebbe a tener ognora presenti le composizioni di un mezzo centinaio di combinazioni; niente è più lieve invece che ricordarsi di siffatti segni o formule, la chiave delle quali è sommamente chiara. La composizione dell'acqua (in 100 parti di cui 88,889 di ossigeno ed 11,111 d'idrogeno) vien dal chimico espressa con HO (=9 parti di peso, siano oncie, sian libbre ecc.), la doppia quantità di questa per 2 HO, la tripla per 3 HO ecc.; l'ossido di carbonio esprimesi con CO, l'acido carbonico con CO_2, l'acido acetico con $C_4 H_3 O_3$, la combinazione dell'acido acetico coll'acqua con $C_4 H_3 O_3 + HO$, l'etere con $C_4 H_5 O$, l'alcool con $C_4 H_5 O + HO$.

Tra i corpi composti trovansi molti gruppi che spiegano proprietà analoghe, ossia un egual carattere chimico, e che nelle combinazioni loro posso-

no tra sè stessi scambievolmente sostituirsi. Le proprietà del gruppo che porta il nome di *acidi* sono a tutti cognite, meno forse le così dette *basi*, nome con cui dinotasi in generale una combinazione che ha la facoltà di paralizzare le proprietà acide di quelli, ossia di neutralizzarle. La combinazione di un acido con una base senza alcun riguardo al sapore di questa riceve il nome di *sale*. Una base può sostituirsi ad un'altra base, ed un acido ad un altro acido, e mercè la valutazione più esatta delle relazioni in cui gli ossidi de' metalli, che sono da riporsi tra le basi, si sostituiscono, si è rinvenuto che per ciò abbisognano pesi assai ineguali delle differenti basi. Onde segregare 10 parti da una base richieggonsi 15 di un'altra e 25 di una terza, ecc. Or se le 10 parti della prima base contengono 5 di ossigeno, si è rilevato che anche le 15 dell'altra, nonchè le 25 della terza, contengono nè più nè meno che 5 di ossigeno. Le quantità di ossigeno nelle basi metalliche che sostituisconsi rimangono immutabilmente eguali, e le differenze dei pesi emergono quindi solo in relazion dei metalli che vi si trovano in combinazione; questi ultimi sostituisconsi a tenore de'loro equivalenti; per 39,2 di potassio che n'escono son richieste 101,4 di mercurio.

I chimici sonosi accordati a nominare un *Equivalente di ossido metallico* qualsiasi quantità di un ossido metallico che contenga 8 parti in peso di

ossigeno (= 1 equivalente), senza tener conto alcuno della quantità degli equivalenti metallici in esso contenuti.

Dunque se noi conosciamo la quantità di acido necessaria per formare un sale neutro con un equivalente di una base, rimarrà questa quantità di acido la stessa stessissima per ogni equivalente di un'altra base, giusto perchè gli equivalenti delle altri basi serbano appuntino la stessa quantità di ossigeno che la prima, o perchè la reciproca sostituzion loro regolasi unicamente a tenore di coteste quantità di ossigeno. Si è convenuto inoltre denominare un ***Equivalente di acido*** la quantità di acido che satura un equivalente di base.

Presavi una volta l'abitudine, sarà facil cosa rendersi conto perchè i chimici indichino la composizione dell'acido acetico mediante la formula $C_4 H_3 O_3$, e non già con quella $C_2 H_{1\,1/2} O_{1\,1/2}$ o con qualsivoglia altra. Riunendo i valori espressi da questi segni ($C_4 = 4 \times 6 = 24$ di carbonio, $H_3 = 3$ d'idrogeno, $O_3 = 3 \times 8 = 24$ di ossigeno) si otterrà la somma 51. Il numero cinquantuno dinota la quantità di peso dell'acido acetico, che con uno (o quale che siasi altro) equivalente di ossido metallico combinasi in un sale. La formula di un sale ordinariamente riferiscesi ad 1 equivalente della base, quella di una base ad 1 equivalente dell'acido; quella poi di qualsivoglia altra composizione è costantemente riducibile alla relazione di combinazione nella quale i suoi elemen-

ti trovansi riuniti col noto e determinato equivalente di un altro corpo. In molti casi esprimono le formule solamente le reciproche relazioni di due o di più corpi.

A paragonare le combinazioni chimiche in ordine alla composizione loro, e per farsi a colpo di occhio una idea dei cambiamenti delle tramutazioni e scomposizioni loro, siffatta lingua di segni è di inapprezzabile valore.

Dopo terminata l'analisi dell'acido acetico se io voglio vedere in quanto le cifre ottenute dall'esperienza sieno esatte, esprimo in tal caso il risultamento delle mie indagini, ovvero le quantità rinvenute del carbonio dell'idrogeno e dell'ossigeno in cifre equivalenti, che con ogni possibile esattezza furono determinate; or come più le mie cifre si accordano con questi, ossia, come si dice, coincidono con la calcolazione, tanto maggior fiducia avrò all'analisi mia: qualora le mie cifre differissero, debbo in tal caso temere un errore scorso e rifò da capo il lavoro. Nelle cifre degli equivalenti ci si offre adunque un censor severo della chimica analisi; esse mi mostran che sono incorso in qualche equivoco, o che la sostanza da me adoperata non godeva del richiesto grado di purezza; ognuno saprà tradurre le formule che sieguono :

$C^{14}H^{6}O^{2}$ olio di mandorle amare
$C^{14}H^{6}O_{4}$ acido benzoico.

L'olio di mandorle amare assorbisce dell'ossigeno dall'aria e cambiasi in acido benzoico.

La formula indica a colpo d'occhio la relazione che passa tra amendue, nonchè il quantitativo di siffatta trasmutazione, ossia

$$C^4\ H^5\ O \text{ Etere ;}$$

$$C^4 \begin{matrix} H^3 \\ O^3 \end{matrix}\ O \text{ Acido acetico.}$$

L'etere nell'alcool assorbendo ossigeno cangiasi in acido acetico. Chiaro si scorge come la metamorfosi sta ne'2 equivalenti d'idrogeno che dall'etere sonosi segregati, ed ai quali sostuironsi due equivalenti di ossigeno. Tutto ciò è sommamente semplice, e si comprenderà con facilità ciò che si asserì in sul principio di questa lettera, che se un nuovo metalloide venga a scoprirsi basterebbe stabilire la quantità del metallo che combinasi con 8 di ossigeno, o quella del metalloide con 39,2 di potassio, onde riconoscere nella cifra ottenuta il peso, con cui siffatti nuovi corpi combinansi con gli altri; gli equivalenti del *lantano* e del *didimio*, due nuovi metalli scoperti recentemente nella cerite, e quello del *bromo*, pochi anni sono rinvenuto nell'acqua marina, non furono altrimenti ricavati.

Nelle verità di fatto, ossia nella relazione dei corpi da me sin quì riferite, la fantasia inventrice non ha avuto la menoma parte, ogni cifra è il

risultamento di un gran numero di analisi praticate con tutta la diligenza, ma che al certo non di per sè sonosi riunite in quella legge importante. Questa fu rapita alla natura e riconosciuta dall'ardito ingegno di un tedesco, ed il nome di RICHTER durerà quanto la scienza stessa.

LETTERA V.

*****

Possiamo di leggieri supporre come la quistione del perchè ovvero la cagione di tutti questi pesi invariabili dovesse seriamente occupare lo spirito filosofico de'chimici. Deve assolutamente trovarsi una cagione la quale renda impossibile l'alleanza degli elementi in altre proporzioni, e che arrechi un insormontabile ostacolo a qualsiasi aumento o decremento di essi. Le relazioni costanti sono le manifestazioni di cagion cosiffatta, ma con queste cessa il campo delle indagini; non è più esso propriamente accessibile ai sensi e potrà formare soltanto il soggetto delle speculazioni e del potere della immaginativa.

Or se io qui mi arrischio a svolgere le idee dominanti attualmente sulla cagion delle chimiche proporzioni, non devesi giammai perder di vista che la verità o la falsità di esse nulla ritengono di comune con la legge stessa; questa rimane

sempremai vera, come risultamento della sperienza e non varia per quanto possono modificarsi le idee sulla cagione da cui deriva.

Un'antichissima idea intorno la natura della materia, la così detta atomistica, adattasi in fatti eccellentemente alla intelligenza sensata delle proporzioni chimiche; essa appunto ammette cioè che in uno spazio occupato da un corpo solido, fluido od aeriforme, non tutte le particelle di esso spazio sieno ripiene di materia, ma che ogni corpo abbia dei pori, non già come quelli visibili in un pezzo di legno, ma infinitamente più piccoli. Un corpo consisterebbe dietro siffatta ipotesi in minutissime particelle che ritrovinsi ad una certa distanza le une dalle altre; tra particella e particella v' ha dunque uno spazio non occupato dalla materia del corpo.

La verosimiglianza di cotesta idea è di per sè stessa chiara; noi possiamo comprimere un volume di aria in uno spazio mille volte minore, ed ancora i corpi solidi nonchè i fluidi fannosi raccogliere per effetto della pressione meccanica in uno spazio minore. Una palla da bigliardo spinta con qualche veemenza verso un corpo duro si appiana, e rimbalzando ripiglia la pristina sua forma sferica. Tutti i corpi riscaldandosi occupano un spazio maggiore, raffreddandosi uno minore.

Da questi sperimenti, a chicchesia notissimi, deducesi facilmente che lo spazio appunto al momento da un corpo occupato, dipenda da circostanze

casuali e che desse avvicendansi con le cagioni le quali tendono a renderlo maggiore o minore. Or se riflettasi che il sito dove sta una particella di materia, ossia quella che propriamente occupa lo spazio di un corpo, non possa ad un tempo dar luogo ad una seconda e ad una terza particella, si va di necessità alla idea che lo ingrandimento o l'impicciolimento della mole di un corpo sia un effetto della più o meno grande distanza tra le particelle che ne empiono lo spazio. In una libbra di acqua nello stato fluido le particelle sono evidentemente più vicine che in una libbra di vapore, il quale alla ordinaria pressione dilatasi in uno spazio 1700 volte maggiore.

Mercè siffatta ipotesi spiegasi una serie di fenomeni i quali insino ad ora non erano dichiarabili da niun'altra idea.

La teorica atomistica dippiù presuppone che le piccole particelle onde è formata la massa di un corpo, non sieno ulteriormente divisibili in minori, onde a siffatte minime particelle si è dato il nome di atomi.

Ella è cosa affatto impossibile allo intelletto figurarsi delle piccole particelle di materia le quali sieno assolutamente indivisibili; nel senso matematico infinitamente piccole senza alcuna estensione esse non possono essere appunto perchè pesano; ma per quanto piccolo si potrà il peso loro supporre non dobbiamo riputare impossibile che una particella sia divisibile in due, in tre, in cen-

to parti. Ma noi possiamo ad un tempo ritenere che siffatti atomi sieno solo indivisibili fisicamente, solo in quanto alla nostra percezione comportasi, talmente da non essere più capaci di ulteriore divisione; un atomo fisico in questo senso consisterebbe in un gruppo di molte particelle assai minori le quali trovansi collegate in un tutto mercè una o più forze assai maggiori di tutte le forze terrestri a'nostri ordini onde ottenere una divisione ulteriore di quella.

Atomi siffatti, o ciò che il chimico in essi ravvisa, sono nello stesso caso degli elementi suoi. I 56 corpi semplici conosciuti sono elementi soltanto rispetto alle forze ed ai mezzi a nostra disposizione onde renderli più semplici ancora. Non potendo in ciò riuscire, avvien che aderendo ai principii delle scienze naturali, noi gli chiamiamo corpi semplici, fintanto che l'esperienza non ci avvisi del contrario. La storia delle scienze in quanto a siffatto metodo è ricca di utili ammaestramenti; retrocedimenti, errori e false idee senza numero furon sempre le conseguenze immediate della non osservanza delle verità dell'esperienza. Senza contraddire alla divisibilità all'infinito della materia, il chimico ritenendo anzi qual verità incontrastabile l'esistenza fisica degli atomi, altro non fa che poggiare la sua scienza sopra un solido e stabile fondamento.

Un professore di Tubinga, mediante una ingegnosa idea, ci rese sensibile siffatto concepimen-

to. Egli paragona gli atomi ai corpi celesti, i quali sono infinitamente piccoli per rispetto allo spazio in cui trovansi sospesi, vale a dire sono atomi. Tutti questi soli innumerevoli coi loro pianeti e satelliti muovonsi a distanze determinate gli uni dagli altri; essi sono indivisibili in quanto all'esistenza di forze che possono segregarne qualche cosa di materiale e alterarne la forma e la grandezza, ad un segno tanto sensibile da poter cagionare un disturbo nelle relazioni loro con gli altri corpi celesti; ma per se stessi non sono indivisibili. L'universo formerebbe in questo senso un immenso corpo, i cui atomi, cioè i corpi celesti, sieno indivisibili ed invariabili.

Secondo la teorica atomistica, un pezzo di vetro, di cinabro, di ferro, ecc., è quindi un aggregato di atomi del vetro, del cinabro, del ferro, ecc., il cui insieme è condizionato alla forza di coesione; la minima quantità immaginabile di ferro è sempre ferro, ma in quanto al cinabro, sappiamo con la massima certezza che una particella di esso non più divisibile da forze fisiche contiene delle particelle ancora più piccole, cioè delle particelle di zolfo e di mercurio, delle quali conosciamo puranche la relazione in peso con cui sono in quella contenute.

Il ferro consiste di atomi omogenei di ferro, il cinabro benanche di atomi omogenei, ciascuno dei quali è cinabro, ma questi ultimi non sono semplici come quelli del ferro, ma invece suscet-

tivi di ulterior divisione; pei sensi son dessi omogenei, ma noi sappiamo che sono composti: tagliuzzando, triturando, polverizzando o limando ecc., possiamo partire un pezzo di cinabro in pezzetti assai più minuti, ma con nessuna forza meccanica siamo in grado di superare quella forza onde sono avvinte le particelle eterogenee costituenti un atomo composto: l'affinità chimica differisce appunto dalla forza di coesione in ciò che mostrasi attiva solamente allorquando atomi eterogenei sono in contatto, e siccome gli atomi non possono tra loro compenetrarsi, chiaro ne segue che gli atomi composti forminsi da quelli semplici collegati l'uno vicino all'altro, mercè l'affinità che tra loro è in azione; essi aggruppansi a due, a tre, a cento ecc., ed ognuno di siffatti gruppi forma una parte omogenea della massa totale. Possiamo figurarci la più piccola particella di cinabro qual gruppo di due atomi, l'uno dei quali sia un atomo di mercurio, e l'altro un atomo di zolfo.

Avvertendo che mille libbre di cinabro contengono la stessa proporzione tra zolfo e mercurio che una libbra o un sol granello, ed immaginando che un pezzo di cinabro abbraccia un milione di atomi cinabrici, chiaramente ne risulta come in un solo atomo del pari che in un milione di essi, sempre ritrovinsi atomi 16 di zolfo uniti a 101 di mercurio. Scomponendo noi il cinabro coll'aiuto del ferro, l'atomo di mercurio viene isolato ed in suo luogo mettesi un atomo di ferro.

Sostituendo l'ossigeno allo zolfo nel cinabro, prenderà un atomo di ossigeno il luogo dell'atomo di zolfo.

Di leggieri comprenderassi come secondo questa foggia di vedere la composizione dei corpi e la loro mutua sostituzione, i numeri equivalenti, altro non significhino fuorchè il peso relativo degli atomi. Quanto pesi un semplice atomo, ossia il suo peso assoluto, non è mica determinabile; ma di quanto l'uno apporti seco maggior peso in una combinazione chimica, ovvero il peso relativo degli atomi, questo al certo si può determinare. Alla sostituzione di 8 parti in peso di ossigeno me ne abbisognano 16 di zolfo, ossia il doppio di quello dell'ossigeno, poichè l'atomo di zolfo pesa il doppio di quello dell'ossigeno: del pari mi occorre solamente una ottava parte del peso dell'ossigeno in idrogeno, per la ragione che l'atomo di questo è 8 volte più leggiero. Così l'ossido carbonico è un gruppo di due atomi, e l'acido carbonico un gruppo di tre atomi; il primo contiene per ogni atomo di carbonio un altro di ossigeno, l'acido carbonico poi ne contiene due.

La invariabilità delle costanti relazioni tra'pesi coi quali i corpi combinansi, vien dalla teorica spiegata, mercè l'esistenza di particelle indivisibili, le quali avendo peso ineguale non compenetransi tra loro nelle chimiche combinazioni, ma disponsongi l'una dappresso all'altra.

Nella significazion propria loro i numeri equi-

valenti esprimono valori di eguale efficacia, ovvero i pesi dei corpi con cui questi producono effetti eguali nella loro chimica combinazione; e noi ci rendiamo sensibili cotesti effetti ascrivendoli alle particelle indivisibili che occupano un certo spazio ed hanno una forma determinata. Non è a disposizione nostra alcun mezzo onde acquistar certezza intorno al vero numero degli atomi contenuti neanche nella più semplice delle combinazioni, poichè, onde giudicarne, dovremmo essere capaci di vederli e di numerarli; e perciò a malgrado di tutto il convincimento che aver potessimo circa la esistenza degli atomi fisici, la supposizione, che le cifre degli equivalenti esprimono di fatti il peso relativo de' singoli atomi, rimane tuttavolta una ipotesi scevra di ulteriori pruove.

Un atomo di cinabro contiene per ogni 101 di mercurio 16 di zolfo: i chimici ammettono che siffatte relazioni esprimono il peso relativo tra un atomo di mercurio ed un altro di zolfo. In questo appunto consiste l'ipotesi, poichè sarebbe ancora possibile che 101 di mercurio rappresentassero il peso di 2, 3, 4 o più atomi di mercurio. Se fossero due quegli atomi, un atomo di mercurio dovrebbesi necessariamente rappresentare in tal caso con la cifra 50,5, e se fossero tre dall'altra 33,6; ed il cinabro, dovremmo allora dire, consisterebbe in uno dei casi in due ($2 \times 50,5$) e nell'altro in tre ($3 \times 33,6$) atomi di mercurio ed uno di zolfo.

A nulla monta se ammettiamo due, tre o più atomi di mercurio o di zolfo; la composizione del cinabro rimane qual'è, il solo modo di rendercela sensibile ai sensi resterebbe subordinato alla ipotesi circa il numero degli atomi in una combinazione chimica. Sarà quindi sempre ottima cosa a sbandire dal linguaggio dei segni chimici (di cui l'unico scopo altro non è che quello di porre sotto occhio e di facilitare alla intelligenza le composizioni, le sostituzioni, le trasformazioni e le scomposizioni delle chimiche combinazioni) ogni ipotesi, e con ciò impedire che la maniera di scrivere le formole chimiche si convertisse in una espressione d'immagini mutabili. Il numero degli equivalenti delle parti costituenti una combinazione chimica è fisso e determinabile, ma il numero effettivo degli atomi che in un equivalente si accozzano nol diverrà giammai. Ciò del resto non porta seco alcun discapito, qualora noi, allorchè trattisi di considerazioni teoretiche ovvero di schiarimento d'idee, riteghiamo gli equivalenti in luogo de'pesi degli atomi stessi. Come di per se è manifesto, siffatti numeri in tal significato esprimono solamente le differenze in peso degli atomi, ovvero quante volte un atomo sia di un altro più pesante. Come unità di misura dei numeri adoperati finora si è scelta la quantità di peso dell'idrogeno che sta nell'acqua combinata all'ossigeno. Per 1 parte in peso d'idrogeno l'acqua ne contiene 8 di ossigeno; or nella ipotesi che l'acqua com-

pongasi di 1 atomo d'idrogeno e di 1 d'ossigeno, e supponendo inoltre, che alla sostituzione di 1 atomo d'idrogeno o di ossigeno, sia sempre necessario, nè più nè meno che un atomo di un altro corpo, ne avverrà che i pesi degli altri corpi esprimeranno i pesi atomistici degli stessi in numeri, i quali tutti naturalmente riferisconsi ad una parte in peso d'idrogeno, ovvero ad 8 di ossigeno. Moltiplicando i numeri di tutti gli equivalenti per 12 1/2, quello dell'idrogeno si cambierà in 12,5 e quello dell'ossigeno diverrà 100 ed i rimanenti esprimeranno allora quanto di ognuno de' corpi diversi abbisogni onde sostituirsi a 100 di ossigeno o a 12 1/2 d'idrogeno. Moltiplicando tutti gli equivalenti per uno stesso identico numero, le relazioni che tra loro serbano non restano menomamente alterate; ed è cosa affatto insignificante far uso de' numeri che si riferiscano all'idrogeno adottato per unità, oppure relativi all'ossigeno=100.

LETTERA VI.

Gli atomi, giusta il nostro modo di vedere, debbono per necessità comprendere un dato spazio e godere di certe forme; mercè la loro mutua combinazione nascono gli atomi composti, i quali occupano naturalmente uno spazio maggiore o minore di quelli semplici riuniti insieme; la forma deve necessariamente cambiare a tenore della loro composizione o del modo come sonosi essi raggruppati. Nei soli corpi cristallizzabili, le cui minime particelle hanno una forma determinata, puossi, siccome è di per sè chiaro, determinare qual sia la relazione tra la forma di un cristallo e la sua composizione. Su di ciò sonosi fatte osservazioni importantissime. Se per esempio due sali di forme cristalline diverse cristallizzansi in un solo e medesimo fluido, i cristalli dell'un dei sali formansi perfettamente nello stesso modo come se l'altro sale non si trovasse punto nel flui-

do. Gittando un pugno di sal nitro e di sal da cucina in una sufficiente quantità di acqua, entrambi in questa disciogIierannosi. Collocando indi tale soluzione in una stufa riscaldata, l'acqua si evapora a poco a poco ed i due sali depongonsi in cristalli nel fondo del recipiente: ad occhio nudo già discernonsi i cubi del sal da cucina da'lunghi prismi del sal nitro. Cavando dal fluido un cristallo di sal da cucina, e lavandolo con un poco di acqua pura, si troverà questo scevro da ogni minimo vestigio di sal nitro; d'altra parte quello del sal nitro non conterrà vestigio alcuno di sal da cucina. Or se riflettiamo che entrambi i cristalli formansi contemporaneamente in un fluido stesso, risulta ad evidenza, dalla forma dei cristalli, che le particelle del sal da cucina, riunendosi in un cristallo, attirano soltanto le particelle di sale da cucina e quelle del sal nitro le sole particelle di questo, crescendo così rispettivamente in volume. In ultimo, allorchè tutta l'acqua sarà evaporata, ottiensi un'intima mescolanza di sal da cucina e di sal nitro, ogni singolo cristallo di sal da cucina trovandosi pur tuttavolta segregato dai singoli cristalli del sal nitro.

Aggiungendo all'acqua alquanto calda un poco di solfato di magnesia ed un poco di sal nitro e decantando il fluido saturato di siffatti due sali, si deporranno, col raffreddarsi del liquido, l'uno accanto l'altro, i cristalli del solfato di magnesia e quelli del sal nitro, ma i singoli cristalli

del sal nitro non contengono del solfato di magnesia e quelli di questo niente affatto di sal nitro. Egli è chiaro qualmente, in questo caso ancora, le particelle del solfato di magnesia non godevano di alcuna sorta di attrazione per quelle del nitro, anzi al contrario dobbiamo supporre che abbia avuto luogo tra esse una specie di ripulsione, dacchè nel caso opposto le particelle del sal nitro e del solfato di magnesia e quelle del sal nitro e del sale da cucina, non collocherebbonsi solamente l'una accanto all'altra, ma bensì in istrati misti e sovrapposti.

Appunto il contrario avviene col solfato di magnesia e col vitriuolo di nichel o di zinco; qualora entrambi cristallizzansi in un solo e medesimo fluido, non osservasi separazione alcuna tra 'l vitriuolo di zinco ed il solfato di magnesia, ma invece i cristalli ottenuti contengono ad un tempo vitriuolo di zinco e solfato di magnesia, ovvero vitriuolo di nichel e solfato di magnesia, e ciò in tutte le proporzioni possibili, secondo la quantità de' due sali adoperata nella soluzione. Chiaro si scorge che tra le particelle cristallizzabili del vitriuolo di zinco e quelle del solfato di magnesia esista un' attrazione la quale sia palesemente di pari energia, giacchè un cristallo di solfato di magnesia aggregavasi ad una particella di vitriuolo di zinco nel modo stessissimo che se fosse stato una particella di solfato di magnesia e viceversa; non verificavasi mica una specie di ele-

zione, come tra il sale da cucina ed il nitro.

Or paragonando un cristallo di vitriuolo di nichel con un altro di solfato di magnesia rilevasi qualmente entrambi godano della stessa forma cristallina. Così un cristallo di solfato di magnesia somiglia ad un cristallo bianco di vitriuolo di nichel e questo ha lo stesso aspetto di un cristallo verde di solfato di magnesia, non iscorgendosi differenza alcuna negli angoli, nelle punte, e negli spigoli. Or venendo un grosso cristallo costituito da una moltitudine di piccoli e minimi cristallini, si rileva di necessità che la particella più minuta del vitriuolo di nichel abbia la forma stessa della minima e più minuta particella di solfato di magnesia, ovvero, ciò che monta lo stesso, il gruppo di quelli fra gli atomi che sonosi riuniti in un atomo di vitriuolo di zinco o di nichel, acquista la forma stessa che il gruppo da cui vien formato un atomo di solfato di magnesia; il cristallo in cui veggonsi ambidue intimamente tra loro congiunti, possiede la forma che distingue ognuna delle sue parti costituenti (il solfato di magnesia, il vitriuolo di nichel o quello di zinco).

Consecutive osservazioni ci han dimostrato che l' eguaglianza delle forme cristalline di due corpi non sia l'unico motivo perchè i medesimi insieme cristallizzinsi, e che la forma dei loro cristalli mescolati sia la stessa che quella delle loro parti costituenti.

Così un cristallo di sale ammoniaco è dotato della stessa forma geometrica di un cristallo di allume, ma da un solo e medesimo fluido entrambi cristallizzansi in disparte l'un dall'altro; i cristalli che formansi di allume non contengono del sale ammoniaco ed i cristalli di questo non contengono dell'allume, e ciò, com'è chiaro, perchè, ad onta della forma eguale degli atomi cristallini, la forza con cui le particelle dell'allume cercano le particelle di allume, e quelle di sale ammoniaco attirano il sale ammoniaco, è assai superiore alla forza di attrazione ch'è in esercizio tra le particelle di sale ammoniaco e quelle dell'allume, dappoichè questa ultima non è più sensibile per le osservazioni.

Or paragonando la composizione di quelle combinazioni che avendo forme eguali cristalline non cristallizzano insieme, con le altre le quali in pari circostanze danno dei cristalli misti, avvertesi che i primi godono di una composizione ineguale ed i secondi di una composizione eguale per tutti i riguardi. Così il solfato di magnesia, il vitriuolo di zinco e quello di nichel hanno un egual numero di atomi composti, e ciò di maniera tale, che un cristallo di solfato di magnesia differisce da un altro di vitriuolo di zinco o di nichel soltanto in ciò che ambidue questi ultimi, in vece di un equivalente od atomo di magnesio, contengono un atomo di nichel o di zinco, di sorta che formiamo del vitriuolo di zinco o di nichel ogni qual volta da un

cristallo di solfato di magnesia segreghiamo il magnesio surrogandolo mercè un equivalente di zinco o di nichel.

L'atomo del sale ammoniacale contiene, giusta le sue parti costituenti, due soli atomi composti; l'allume che cristallizza nella forma stessa comprende trenta atomi composti. Una costituzione più ineguale non potevasi al certo immaginare; essi non cristallizzano insieme.

In tutte le successive ricerche si è costantemente confermato, che due combinazioni di forme eguali cristalline allorchè danno cristalli misti della stessa forma geometrica, sieno in massima parte benanche egualmente composti, ovvero contengano un pari numero di atomi o di equivalenti, nello stesso ordine disposti. Nei casi in cui due sali di forma cristallina diversa, insieme cristallizzansi, avverasi ognora che la forma del cristallo misto sia simile a quella dell'uno dei due sali non che somigliante a quest'ultimo la composizion sua. Così da una mescolanza di vitriuolo di rame e vitriuolo di zinco (due sali di forme differenti e d'ineguale composizione) ricavansi, secondo la quantità preponderante dell'uno o dell'altro, cristalli misti, che prendono la forma del vitriuolo di rame o quella del vitriuolo di zinco, e per rispetto alla composizione furono trovati i primi simili al vitriuolo di rame e gli altri a quello di zinco.

Gli esempi più speciosi, che in molte combi-

nazioni la forma cristallina sia del tutto indipendente dalla natura e dalla diversità degli elementi , ci sono profferti dai così detti *allumi*, parola mercè la quale si dinotano le diverse combinazioni che hanno composizioni simili a quella dell'allume ordinario, e i cui componenti sono l'acido solforico, l' allumina, la potassa e l'acqua. Esso cristallizza in belli ottaedri regolari. Da questo allume possiamo eliminare l'allumina, sostituendovi l'ossido di ferro, quello di cromo o di manganese, senza che venga altrimenti alterato nella sua forma e composizione. L'allume di ferro (il quale in luogo dell'allumina contiene ossido di ferro) è senza colore e per esterno aspetto indiscernibile da quello formato con allumina. L'allume di cromo non per altro ne differisce che pel suo colore rosso cupo, e quello di manganese pel colore violetto. Se in una soluzione saturata a freddo di allume ordinario di allumina si depositi un cristallo di allume di cromo, le particelle dell'allume di allumina che cristallizzansi durante la gradata evaporazione dell'acqua, depongonsi sulle facce del cristallo di allume di cromo non altrimenti che se fossero esse stesse particelle di allume di cromo. La faccia che tocca il fondo del vaso, è quella che più rapidamente ingrandisce, e qualora voltando giorno per giorno il cristallo, si fanno crescere in modo uniforme tutte le facce, ottiensi in fine un ottaedro regolare bianco e trasparente di allume di allumina, nel cui mezzo

qual nocciuolo vedesi un ottaedro regolare e rosso cupo di allume di cromo.

In un modo totalmente analogo possiamo eliminare l'acido solforico dell'allume e sostituirgli l'acido cromico o il selenico similmente composti, e mettere in luogo della potassa l'ossido di ammonio, senza che la sua forma cristallina venga menomamente scambiata, e si è compruovato che non solo nel riferito esempio, ovvero nell'allume, ma sì ovunque ed in ogni caso in cui l'allumina, l'ossido di ferro, l'ossido di cromo e l'acido selenico, nonchè la potassa e l'ossido di ammonio sostituisconsi l'uno all'altro, non varia la forma della nuova combinazione; unicamente nel caso in cui dietro siffatta sostituzione una nuova parte ingrediente venga ad aumentare le già esistenti, ovvero se da queste ultime ne venga una separata, vedrassi puranco alterata la forma cristallina, giacchè allora la composizione non mantiensi più uniforme.

Tutti i corpi che in somiglianti combinazioni sostituisconsi l'un l'altro senza mutar la forma dei cristalli, furono a grado a grado riconosciuti e disposti in gruppi; essi denominaronsi sostanze *isomorfe* (similmente conformate), col qual nome indicasi ottimamente siffatta proprietà loro. Dicesi quindi che il cloro, il bromo, il iodio, il cianogeno, il fluoro, ovvero che la calce, la magnesia, l'ossidulo di ferro e di manganese, sieno corpi isomorfi, significando con ciò, che le loro

combinazioni analoghe abbiano forme cristalline eguali e che gli stessi abbiano la prerogativa di surrogarsi vicendevolmente nelle combinazioni loro, senza mica alterarsene la forma cristallina.

Non isfuggirà ad alcuno, che un cristallo di allume potrà contenere in quantità assai indeterminate o variabili dell'ossido di ferro ed allumina od anche della potassa ed ossido di ammonio, senza che perciò cessi d'essere un cristallo di allume; poichè sta precisamente nel carattere proprio delle sostanze isomorfe, che desse non sostituiscansi l'una all'altra solamente nelle particolari e fisse, ma bensì in tutte le immaginabili proporzioni. L'indicato ragguaglio di coteste combinazioni credevasi contraddire alle leggi di già risapute sulle relazioni salde e costanti delle combinazioni; ma ravvisata l'accennata cagione della simile forma e della pari attrazione tra le loro particelle, il fenomeno dichiarossi nel modo più semplice e più soddisfacente.

Questa bella scoperta fatta da un tedesco, addivenne di singolar pregio ed importanza nella mineralogia. Innumerevoli ostacoli e difficoltà elevaronsi contra ogni sforzo di ordinare i minerali giusta le loro parti costituenti e la composizione loro; i più scrupolosi chimici contraddicevansi a vicenda sulla composizione de' meglio caratterizzati minerali. Così nel granato di Arendal l'uno rinvenne al di là del 13 per cento di magnesia, la quale mancò affatto in quelli di Fahlun, del

Vesuvio e simili; nel granato nobile l'analisi vi rinvenne 27 per cento di allumina, di che nel giallo di Altenau non v'ha vestigio. — Quali son dunque le parti integranti del granato? Qual è propriamente la sua composizione? — Tutto ciò si è semplicissimamente chiarito: dove mancava l'allumina trovossi l'isomorfo ossido di ferro; dove mancava la magnesia rinvennesi la isomorfa calce; si trovò che il granato contiene delle quantità alternantisi di ossidi isomorfi di ferro e di allumina, ovvero di calce d'ossidulo di manganese, d'ossidulo di ferro, le quali tra loro possono sostituirsi senza apportare mutamento alcuno nella forma della combinazione.

Le più precise misure dei cristalli hanno in seguito mostrato che le combinazioni analoghe di sostanze isomorfe non offrivano in tutti i casi forme perfettamente eguali, ossia che gli angoli che le facce formano tra loro, non sieno sempre identici; ed al certo la più bella pruova delle nostre idee sulla esistenza degli atomi è appunto quella, che coteste anomalie riuscirono intelligibili per mezzo di considerazioni tali, che rannodansi alla teorica atomistica.

Figuriamoci in effetti un cristallo prodotto da che gli atomi si sono depositati gli uni dappresso agli altri, avendo ciascuno di essi una certa figura, e quella del cristallo totale dipendere dalla forma delle sue minime particelle, dovrà per necessità l'atomo dell'allumina occupare un dato spazio

nell'atomo di allume. Or segregando da cotesto cristallo l'atomo di allumina e sostituendolo mercè un altro atomo di ossido di ferro, il cristallo di allume conserverà la sua forma geometrica qualora l'atomo di ossido di ferro possegga la forma stessa che l'atomo di allumina; ma solo nel caso che la sua grandezza sia del pari la stessa, ovvero che il suo volume pareggi quello dell'atomo dell'allumina, in questo solo caso la forma del cristallo di allume rimarrà assolutamente invariata; invece se l'ossido isomorfo non adempie mica con tutta precisione lo spazio da compiersi, se il suo volume è maggiore o minore, dovrà tutto ciò rendersi sensibile mercè la reciproca inclinazione de'canti coll'asse del cristallo.

In modo assai ingegnoso si è giunto a paragonare lo spazio occupato dagli atomi di due sostanze isomorfe, le quali in una combinazione possono a vicenda sostituirsi l'una all'altra. È cosa generalmente conosciuta che i corpi solidi, i fluidi e gli aeriformi, a volume eguale, hanno un peso assai diverso. Così noi paragoniamo affatto involontariamente lo spazio, che occupa un pezzo di legno, con quello occupato da un pezzo di piombo, dicendo che il legno è più leggiero del piombo. Il peso di una libbra di legno è certamente lo stesso che quello di una libbra di piombo, ma un pollice cubico di piombo pesa undici volte più di un pollice cubico di legno. La differenza del peso che i corpi posseggono, a volumi eguali, fu dai fi-

sici con grande esattezza dedotta ed espressa in numeri; questi appunto sono i conosciuti *numeri dei pesi specifici*. In quel modo stesso che i pesi di due corpi senza alcun riguardo allo spazio che occupano, vengono comparati, determinando quante volte una data unità di peso, p. e. una libbra, rinviensi ripetuta nella massa di ciascuno dei due, si è convenuto di far uso, nella fissazione del peso specifico dei corpi, di una unità di peso di volume determinato. E'vien indicato da numeri per quante volte, a volumi eguali, un corpo sia più pesante di un altro, i quali numeri riportansi al peso di una massa di acqua che occupa un eguale volume. Il peso di un eguale volume di acqua è la misura, è la unità di peso, ed il numero indicante il peso specifico di un corpo, esprime quante volte il corpo a volume eguale pesi più o meno di essa, o sia quante volte l'unità di peso vi si trovi compresa.

Ricercando il peso di un corpo senza aver riguardo al suo volume (il peso assoluto), deponiamolo in una coppa della bilancia, e sull'altra mettiamo cotante unità di peso (di libbre p. e.) insino a che si abbia l'equilibrio; ella è cosa appieno arbitraria che le unità di peso sieno di piombo, di ferro, di platino, di legno o di altra qualsiasi materia. Supponghiamo ora che in luogo di una libbra e di un'oncia di ferro, il peso sia di una libbra, di un'oncia di acqua, e che siasi situato il corpo sur uno dei bacini della bilancia e che

siasi versato nell'altro tant'acqua persino a che i due bacini costituivansi all'equilibrio perfetto, avremo il peso del corpo valutato in libbre od in once di acqua. Or se da noi confrontisi lo spazio che occupa il corpo pesato con quello che comprende l'acqua egualmente pesante rileveremo con precisione, di quanto, a peso eguale, il volume dell'acqua sia maggiore o minore di quello del corpo.

Se porremo sur uno dei piatti della bilancia un pollice cubico di ferro, avrem d'uopo di 7 3/4 pollici cubici di acqua onde di nuovo ottener l'equilibrio; un pollice cubico di acqua è perciò 7 3/4 volte più leggiero di un pollice cubico di ferro, ossia, ciò che vale lo stesso, un pollice cubico di ferro è 7 3/4 volte più pesante di un pollice cubico di acqua. *

Se in uno de' piatti della bilancia mettiamo 100

* A mostrare in che modo si determini con ogni rigore il volume dei corpi, i quali non prestansi più alla misura diretta dei nostri istrumenti, citerò qui solo l'esempio della sabbia. S'immagini un vaso fornito di una scala graduata, che indichi esattamente il volume di quello in pollici cubici, di cui ognuno trovasi suddiviso in 100 parti. Se dopo riempito di acqua il vaso fino alla metà, noi versiamo nell'acqua la sabbia della quale anteriormente siasi ben determinato il peso, innalzerassi l'acqua, e ciò appunto per quanto importava il volume della sabbia versatavi: la differenza de' livelli, prima e dopo la introduzione della sabbia, indica il volume di questa in pollici e centesimi di pollici cubici.

parti in volume di olio di terebintina in equilibrio con acqua versata nell'altro, e valutiamo l'acqua, troveremo che 86 parti di volume di questa pareggiano in peso quelle 100 parti in volume, ovvero 86 parti in peso di terebintina occupano lo stesso spazio che 100 parti in peso di acqua. ossia, a volume eguale, l'olio di terebintina pesa soltanto 86/100 del peso dell'acqua sotto volume uguale.

I pesi specifici altro non sono che i pesi dei corpi valutati ed indicati in pesi di un volume eguale di acqua.

Le quantità numeriche 7,75 pel ferro, 11,3 pel piombo, 1,989 per lo zolfo, 4,948 pel iodio, 1,38 per il cloro liquido, non abbisogneranno di altra dichiarazione, indicando essi appunto quante volte il ferro, il piombo, lo zolfo, il iodio, il cloro fluido pesino più di un eguale volume di acqua; la differenza del peso tra due volumi eguali di zolfo e di ferro è quella delle cifre 1,989 e 7,75, tra volumi eguali di iodio e di cloro come i numeri 4,948 e 1,380. La differenza in peso di due corpi di volumi eguali, come è di per sè chiaro, rimane costante, per quanto grande o piccolo vorremo supporre il loro comune volume; a seconda che varia il loro volume, cotesti valori numerici rendonsi maggiori o minori, ma sempre esattamente giusta la relazione dell'incremento o del decremente in volume dell'uno o dell'altro. La differenza in peso tra due pollici cubici di iodio ed un

pollice cubico di cloro esprimesi con due volte 4,948 = 9,896 e da 1,380 ecc.

In vero saravvi un motivo il quale riduce i corpi con pari volumi ad avere differenti pesi; or giusta la nostra ipotesi sulla costituzione de'corpi, ognuno di essi vien formato da un aggregato di minute particelle corporee pesanti, ciascuna delle quali occupa un dato volume ed ha una forma determinata. Le nostre cognizioni sulle sostanze isomorfe pongono fuori di ogni dubbio il fatto che la loro costituzione reciproca nelle combinazioni, senza indurre alcun cambiamento nelle forme dei cristalli, derivi da che gli atomi di essi han grandezze eguali; e che se noi avvertiamo, come nella sostituzione d'un corpo ad un altro la forma della combinazione si alteri, dobbiamo convenire, doversi cotesto mutamento attribuire agli atomi dell'altro corpo, i quali avranno una forma differente, ovvero non occupino lo stesso spazio nella combinazione. Tutto ciò tenuto presente ci induce alla supposizione, che le particelle dei corpi, da noi chiamate atomi, abbiano pesi e grandezze diverse. Mercè cotesta ipotesi intendesi il peso specifico in modo assai semplice. Che il piombo a volume eguale pesi più del ferro, il ferro più dello zolfo, il iodio più del cloro, risulta ora da che l'atomo del iodio o sia più pesante di quello del cloro, ovvero che sotto lo stesso volume sia contenuto un numero maggiore di atomi di piombo che, p. e., di ferro.

Figuriamoci ora nel volume di un pollice cubico un numero eguale di atomi, e supponiamo che siano 1000 atomi di iodio o di cloro, i pesi specifici di questi esprimeranno evidentemente la differenza del peso degli atomi loro; se il pollice cubico di iodio pesa 4948 grani dovrà ancora un pollice cubico di cloro pesare per necessità 1380 grani; 1/1000 di pollice cubico di iodio, in cui trovasi 1 atomo di iodio peserebbe perciò 4,948 grani; 1/1000 di pollice cubico di cloro, in cui sta un atomo di cloro, peserebbe 1,380 grani.

Ma il cloro ed il iodio sono tra loro isomorfi, noi riteng hiamo quindi che gli atomi loro siano di pari volume ed abbiano la identica forma, e se lo stesso volume contiene effettivamente un numero eguale di atomi del iodio e di quelli del cloro, le loro parti di peso specifico dovranno in fatti serbare tra loro la relazione stessa che i rispettivi numeri degli equivalenti ovvero pesi atomistici. Onde eliminare da una combinazione 4,948 grani di iodio e sostituire a questi il cloro avrem così bisogno esattamente di 1,380 grani di questo ultimo. Una semplice applicazione della regola del tre ci chiarisce che ciò ha luogo veramente; il peso specifico del iodio sta a quello del cloro come 4,948 a 1,380, ovvero, ciò che dà perfettamente la stessa relativa proporzione, come i loro equivalenti 126 di iodio a 35,2 di cloro.

Questa memorabile relazione, mercè la quale inaspettatamente una proprietà fisica (il peso

specifico) venne chiamata a parte delle riflessioni filosofiche, si è compruovata presso tutte le sostanze isomorfe, i numeri dei loro pesi specifici esprimono i quantitativi con cui esse sostituisconsi nelle combinazioni, una tal relazione è la stessissima di quella che conosciamo per le cifre degli equivalenti, ed ogni qualvolta notisi una anomalia nei corpi isomorfi o sivvero che i pesi specifici non si accordino appieno con i numeri degli equivalenti nel senso indicato, rendesi pur ciò palese nella inclinazione delle facce del cristallo, negli angoli p. e., che gli spigoli fanno coll'asse del cristallo. La forma rimane identica soltanto nel caso che gli atomi delle sostanze isomorfe che sostituisconsi abbiano volumi e figure eguali. Se il volume dell'atomo che subentra è minore di quello che staccasi dalla combinazione, dovrà ciò rilevarsi nella forma del novello cristallo.

Onde esprimere numericamente lo spazio che occupano e riempiono gli atomi ne'varii corpi, si è avuto ricorso alla seguente maniera di considerare.

Rappresentiamoci che i valori dati pe'numeri equivalenti sieno de'pesi effettivi, supponghiamo che il valore 35,2 del cloro significhi 35,2 once di cloro, quello di 12,6 del iodio sien di 12,6 once di iodio, 27,2 del ferro sieno 27,2 once di ferro, 29,6 del nichel siano 29,6 once di nichel, e dividiamo ognuno di questi pel peso di un pollice cubico di cloro, di iodo, di ferro, di nichel,

ossia, quel che importa la stessa cosa, pei loro pesi specifici (1 pollice cubico di acqua supposto un'oncia peserà 1 pollice cubico di cloro 1,380 once, un pollice cubico di iodio 4,948 once, un pollice cubico di ferro 7,790 once, un pollice cubico di nichel 8,477 once) e diverrà chiaro che in tal modo si giungerà a conoscere quanti pollici di cloro, di iodio, di nichel e di ferro sieno contenuti in ciascun equivalente di tutti e singoli questi corpi, ovvero i quozienti ottenuti esprimeranno in pollici cubici quanto spazio occupi un equivalente di cloro, di iodio, di ferro, di nichel, in breve la relazione dei loro volumi agli equivalenti o pesi atomistici.

Or secondo la nostra ipotesi gli atomi delle sostanze isomorfe sono della stessa forma e grandezza, in eguali parti di spazio il loro numero ancora è eguale. Se in un equivalente di cloro sono effettivamente contenuti altrettanti atomi che in un equivalente di iodio, dovremo, dividendo il peso specifico pel peso atomistico, ottenere quozienti eguali; 35,2, il peso atomistico del cloro, diviso per 1,380 suo peso specifico dà il valore 25; e 126, peso atomistico del iodio, diviso per 4,948 dà egualmente lo stesso valore 25.

Ben si vede che secondo la nostra ipotesi ciò non doveva essere altrimente. Il peso atomistico, ovvero il numero degli equivalenti de'corpi isomorfi, diviso pel peso specifico deve necessariamente dare un quoziente eguale, appunto perchè

sotto volumi eguali contiensi un numero eguale di atomi; se cotesto numero non sia tale, o se gli atomi differiscono nella forma e grandezza risulterà siffatta anomalia ancora in que' quozienti. Ora ciò rende la conoscenza di cotali numeri molto preziosa ne'confronti, e per dar loro un nome furono essi detti volumi atomistici o volumi specifici. Così per es. si direbbe esser il volume atomistico del cloro 25, quello del iodio egualmente 25: entrambi sono identici, essi sono isomorfi; il volume atomistico dello zolfo è 8 e differisce assai da quello del cloro con cui non è isomorfo, ma esso è identico con quello del selenio con cui trovasi in relazione d'isomorfismo.

Tali numeri fanno in conseguenza vedere a colpo d'occhio quali corpi contengono un numero eguale o ineguale di atomi a volume eguale; le loro reciproche relazioni rendonsi per essi confrontabili, e la esatta determinazione di essi è di somma importanza.

LETTERA VII.

Trattandosi de' progressi e dello sviluppo della chimica moderna non possiamo far a meno di rendere i giusti encomii ai mezzi ed agli stromenti, di cui si serve il chimico nelle sue sperienze. Senza il vetro, il sughero, il platino ed il *cautschouc* (gomma elastica), noi non saremmo probabilmente che a mezzo cammino. L'alto prezzo degli apparati ai tempi di Lavoisier non permetteva che a pochi soltanto e ricchissimi di occuparsi di chimiche indagini.

Tutti conoscono le maravigliose proprietà del vetro; trasparente, senza colore, inattaccabile dagli acidi e dalla maggior parte de' liquidi, a dato calore duttile e pieghevole come la cera, esso prende in mano del chimico, alla fiamma di una lampada a olio, la forma e la figura di tutti gli apparati che gli servono ne' suoi lavori.

Quali preziose qualità non riunisce in sè il su-

ghero! Non se ne potrebbe mai abbastanza apprezzare il valore e riconoscerne la virtù. In vano uno stillerebbesi il cervello per sostituire un'altra cosa al sughero qual turacciolo comunissimo di una boccia. S'immagini una massa cedevole, oltremodo elastica, imbevuta dalla stessa natura di una sostanza che tien il mezzo tra la cera, il sevo e la resina (dalla soverina), per cui essa acquista la proprietà di rendersi impenetrabile ai liquidi, ed anche sino ad un dato punto a tutti i gas. Con sughero noi componiamo apparati complicatissimi di vetro senza aver bisogno del metalliere o del meccanico, di viti o di chiavette. Per quanto gli apparati del chimico son di modico prezzo, altrettanto n' è facile e pronta la costruzione e la rinnovazione.

Neppure una sola analisi minerale potrebbesi eseguire senza platino. Il minerale deve essere isolato e preparato allo scioglimento. Il vetro, la porcellana e tutti i crogiuoli non metallici di ogni genere sono distrutti dai mezzi impiegati per iscomporlo; que' di argento e d'oro liquefarrebbonsi ad elevate temperature; il platino costa meno dell'oro, esso è più duro e resiste più dell'argento, regge a tutte le temperie di calore dei nostri fornelli, non è attaccato nè dagli acidi, nè dai carbonati alcalini, riunendo in sè tutte le proprietà dell'oro e della infusibile porcellana. Senza il platino la composizione della maggior parte de' minerali sarebbe probabilmente ancora

sconosciuta. Senza sughero e *cautschouc* non potremmo far di meno del meccanico in nessuno dei nostri lavori. Senza il *cautschouc* i nostri apparati diventerebbero più costosi e più fragili; ma l'utile positivo che da questi due corpi ricaviamo, sta nel risparmio del tempo, ch'è ben più prezioso.

Oggidì il lavoratorio del chimico non è più la volta tetra e fredda a pruova di fuoco del metallurgo, nè tampoco somiglia il lavoratorio imbarazzato di storte e di lambicchi del farmacista; esso è una stanza lucida, calda, allegra, ove in vece di fornaci e di carboni, si adoperano lampade ben costruite per la fusione, a cui la pura fiamma dello spirito di vino somministra il fuoco necessario. Con questi mezzi semplici e coll'aiuto della bilancia il chimico eseguisce le sue ricerche più ampie.

Il pesare ed il misurare distinguono la chimica dalla fisica, nè fra esse vi ha altra differenza. Da secoli i fisici misurano, ma i chimici non pesano che da cinquant'anni in qua. Le grandi scoperte di Lavoisier sono dovute alla bilancia, a quell'istrumento incomparabile, che afferma tutte le osservazioni e scoperte; che trionfa del dubbio, e mette in chiaro la verità; che ci dimostra se abbiamo errati o pur ci troviamo sul diritto sentiero. Con la bilancia il regno di Aristotile vide la sua fine, ed al suo metodo di far un giuoco dello spirito la spiegazione di un fenomeno naturale, subentrò la

vera investigazione della natura. Da quel tempo tre de'suoi elementi più non sono che l'espressione di stati diversi. Quanto esiste sulla terra ebbe di poi come prima lo stato solido, liquido ed aeriforme; ma terra, acqua ed aria quali elementi appartengono soltanto alla storia, il fuoco divenne il rappresentante visibile e sensibile del cangiamento di questi stati.

Il rintracciare la composizione della solida corteccia del globo era principale scopo della generazione succedente a Lavoisier; la composizione dell'aria e dell'acqua era stata stabilita da lui. Ai diciotto metalli conosciuti se ne aggiunsero ventiquattro altri quali parti componenti i minerali. La grande lacuna che esisteva fra l'ossigeno ed i metalli si riempì e di grado in grado tramutossi in un passaggio. La grande massa dei minerali risultò composta di due o più ossidi in proporzioni costanti ed invariabili; quali combinazioni di ossidi metallici da un lato con altri ossidi, di cui i radicali, carbonio e silicio, scostavansi essenzialmente dai metalli nelle loro proprietà. I solfidi, ne'quali lo zolfo opera da ossigeno, formarono un'altra classe di minerali; se si eccettua un clorido (il sal comune), la massa dei rimanenti, dei fluoridi, degli arsenidi, ecc., è quasi infinitamente piccola.

La chimica minerale non si appagò della sola analisi, ma dimostrò per via di sintesi la formazione della pietra pomice, del feldspato, della

mica, dei solfuri, ecc. La corona di ogni scoperta della chimica inorganica circa la produzione dei minerali era incontrastabilmente il far artifiziosamente il lapislazzuli. Nessun minerale era fatto per destare maggior interesse di questo. Del più bello azzurro cilestro, inalterabile all'aria ed al fuoco più vivo, le sottilissime sue parti somministravano il colore più prezioso alla pittura. L'oltremare costava più dell'oro; farlo artificialmente sembrava impossibile, poichè invano l'analisi vi aveva cercato un pigmento, che affatto non esisteva. Silice argilla e soda, materie tutte e tre senza colori — solfo e ferro, ambidue non azzurri, vi avea soltanto rinvenuto; nè verun altro corpo, a cui potesse ascriversi il colore. Con silice, argilla, soda, ferro e zolfo si fabbricano ora migliaia di libbre di oltremare più bello ancora del naturale, e col danaro, che prima spendevasi per un'oncia, ora se ne comprano libbre.

Si può dire che con la produzione artificiale del lapislazzuli cessò quello dei minerali di esser oggetto di tema scientifico ai chimici. Se perciò essa debba cessare di occupare i geologi, chi potrebbe dubitarne? — ma ci vorrà tempo, prima che questi si risolvano a far de'saggi, che non possono più aspettarsi dai chimici, appunto perchè ogni interesse in ciò è per essi esaurito: il chimico a questo riguardo non ha più quistione veruna a sciogliere.

Conosciute le parti costituenti la solida cortec-

cia del globo, e le relazioni reciproche delle sostanze non più oltre scomponibili, dei metalli e metalloidi, la costituzione in un ordine più elevato di alcuni elementi mercè della forza vitale nella pianta e nell'animale, dietro il naturale progresso delle ricerche sulla natura, dovette di necessità occupare immediatamente i chimici. Una nuova scienza, inesaurabile come la vita stessa, spuntò dal sano e fermo ceppo della chimica inorganica: dopo le gemme, dopo le foglie ed i rami, debbono sbucciare i fiori e dopo questi venire i frutti; la chimica vegetale ed animale di unita alla fisiologia, cerca di esplorare le misteriose fonti della vita organica.

LETTERA VIII.

NELLA lettera antecedente vi rammentai, che gli elementi degli antichi non più si stimano, se non quai simboli delle forme ovvero degli stati in cui la materia ci si presenta; posso ora aggiungere, che siffatti stati dei corpi sono soltanto relativamente costanti, e che la chimica moderna nulla ammette di assolutamente solido, liquido, od aeriforme. Il platino in verità, l'argilla, il cristallo di rocca, resistono al più ardente fuoco dei nostri fornelli; ma struggonsi come cera alla fiamma del gas detonante, e dei 28 gas son conosciuti 25 in forma di liquidi ed uno eziandio in forma di corpo solido.

La legge di MARIOTTE sin qui creduta vera per tutti i gas, ha perduto la sua validità universale. Essi non tutti decrescono in ragione diretta della forza con cui vengono compressi; la maggior parte bensì occupa sotto una pressione dupla o tri-

pla, soltanto la metà od il terzo del loro spazio primitivo; ma di già ad una pressione quadrupla, la diminuzione in volume del gas acido solforoso e quella del gas cianogeno non corrisponde più a siffatta pressione, dessa è assai più grande. Il gas ammoniacale compresso ad un sesto, ed il gas acido carbonico ad 1/36 del volume, ch'essi hanno sotto la pressione ordinaria dell'aria, cessano di conformarsi alla legge di Mariotte. Una parte dei gas esposti a queste pressioni perde la sua forma aerea assumendo quella di liquido, che in sul momento che la pressione diminuisce gassificasi di bel nuovo.

Gli apparati di cui i chimici si servono onde ridurre i gas allo stato liquido sono degni di ammirazione per la loro semplicità. Un forte abbassamento di temperatura, artificialmente prodotto, od un semplice cannello di vetro piegato ad angolo ottuso, fan le veci delle più possenti macchine a compressione. Riscaldato in un cannello aperto di vetro il cianuro di mercurio scomponesi in gas cianogeno e mercurio metallico; in un cannello ermeticamente chiuso ai due capi il calore opera la scomposizione come prima, ma il gas non può sfuggire e trovasi quindi rinchiuso in uno spazio centinaia di volte più ristretto di quello, che occuperebbe, sotto la pressione ordinaria dell'atmosfera in un cannello aperto: quindi la natural conseguenza, che raffreddando noi debolmente la estremità non riscaldata, la maggior par-

te del gas assume la forma liquida. Versando in un vaso aperto dell'acido solforico sur una pietra calcare vediamo sfuggire il gas con effervescenza; questa scomposizione operata in un vaso chiuso di ferro bastantemente forte, ci somministra libbre di acido carbonico liquido. Sotto la pressione di 36 atmosfere l'acido carbonico si separa dai corpi ai quali trovasi combinato, in forma di liquido.

A tutti i leggitori delle gazzette non sono ignote le proprietà notabili di questo acido carbonico liquido. Un getto sottile che di esso si fa effondere nell'aria, riacquista con istraordinaria prontezza la sua primitiva forma di gas, e gassificandosi, questa parte sottrae all'altra rimasta liquida una quantità di calorico così grande da farla congelare in forma di una bianca neve. E di fatto questa sostanza cristallina a prima vista fu creduta vera neve, proveniente dal vapore in tal forma precipitato dall'aria, ma esaminandola più da vicino si vide ben presto consistere in puro acido carbonico congelato. Siffatto acido carbonico solido, contro la comune aspettativa, non esercita che pochissima pressione sui suoi dintorni. Mentre quello liquido, nell'atto che apresi il cannello di vetro in cui è racchiuso, riassume la sua forma gassosa con esplosione tale che spezza il cannello in innumerevoli frantumi, l'acido carbonico solido si lascia prendere fra le dita, senza che si provi altro che una fortissima sensazione di freddo. In siffatta minima distanza a cui vengono

approssimate le parti dell'acido carbonico solido, manifestasi in tutta la sua energia la forza coesiva del gas, che altrimente appena è sensibile, ed oppone alla forza tendente a ridurlo nuovamente in gas una resistenza, la quale soltanto a poco a poco è vinta, e riassume la forma gassosa gradatamente a misura che si appropria il necessario calore dalle sue adiacenze. Il grado di freddo, ovvero la privazione di calore che soffrono le materie ambienti per la gassificazione dell'acido carbonico solido, eccede ogni misura. Dieci, venti e più libbre di mercurio poste in contatto con una mescolanza di etere e di acido carbonico solido, divengono in pochi istanti solide e malleabili. Alla vegnente generazione non sarà dato più vedere questo memorabile esperimento, perchè un tragico esempio ha renduto manifesto l'estremo pericolo della preparazione dell'acido carbonico in quantità così grandi. Un momento prima di cominciar la lezione nella scuola politecnica di Parigi crepossi durante la preparazione nel lavoratorio il cilindro di ferro (della lunghezza di 2 piedi e mezzo e del diametro di 1), in cui erasi sviluppato l'acido carbonico, ed i suoi frantumi con orribile impetuosità disgiungendosi, troncarono entrambe le gambe all'assistente vicino, che in seguito ne morì. Non senza orrore si può pensare alla rovina, che lo scoppio di questo vaso fortissimo di ferro fuso, affatto simile ad un cannone, avrebbe prodotto in una sala tutta affollata di udi-

tori, e questo stesso vaso avea già servito più volte alla stessa preparazione, circostanza la quale rimosse ogni ombra di pericolo dalla mente.

Dopo che si seppe, che la maggior parte dei gas divengono fluidi o per la pressione o pel freddo, la proprietà singolare del carbone poroso di assorbire e condensare da dieci a venti, e fin a settanta in novanta volte, il volume di molti gas, come di quello ammoniacale e dell'idroclorico, non fu più un enimma. Nei pori del carbone questi gas trovansi racchiusi in uno spazio centinaia di volte minore; non più potevasi dubitare che essi in parte avessero assunto lo stato liquido oppure solido. In questo come in mille altri casi, l'azione chimica surroga la forza meccanica; il significato di aderenza ottenne maggior estensione, e se prima un cambiamento di stato con esso non era compatibile, ora la cagione dell'aderenza di un gas alla superficie di un corpo solido divenne il controposto della dissoluzione.

La più minuta particella di un gas, p. e. quella dell'aria, si fa, mercè la semplice pressione meccanica, restringere in uno spazio mille volte più piccolo; la sua massa sta alla superficie misurabile di un corpo solido come quella di un globicciuolo di midollo di sambuco sta ad una montagna. Per la semplice azione della massa, come effetto della gravità, le particelle di gas debbono venire attratte dal corpo solido e rimaner aderenti alla sua superficie. Se or per debole che sia

vi coopera un'azione chimica, i gas coercibili non possono più serbare lo stato proprio.

La condensazione dell'aria sopra un pollice quadrato di superficie in verità non è misurabile; ma se noi ci figuriamo una superficie di qualche centinaia di piedi quadrati, contenuta nello spazio di un pollice cubico di un corpo solido, e portiamo questo in un volume limitato di gas, vedremo, che tutti i gas senza distinzione diminuiscono di volume, ovvero, come si suol dire, vengono assorbiti, i pori di un pollice cubico di carbone hanno al minimo una superficie di 100 piedi quadrati; la loro proprietà di assorbire i gas, cresce nelle diverse specie di carboni in ragion diretta del numero dei pori che sono contenuti in un determinato volume, vale a dire i carboni con grandi pori assorbiscono assai meno di quelli con piccoli pori. Così ancora tutte le materie con pori, le diverse rocce e pietre porose, la terra vegetabile, sono veri aspiratori dell'aria e quindi anche dell'ossigeno, ogni minima loro particella si riveste di una propria atmosfera di ossigeno condensato, e se a queste trovansi vicine altre materie atte a potersi combinare coll'ossigeno assorbito, per es., di quelle contenenti del carbonio o dell'idrogeno, esse tramutansi in acido carbonico od in acqua, ossia in sostanze che servono di alimento alle piante. Il calorico che si sviluppa durante l'assorbimento di quest'aria o del vapore acquoso, nonchè quello ch'emana la terra bagnata di piog-

gia, fu conosciuto esser la conseguenza di una condensazione operata mercè siffatta funzione delle superficie.

Tra i corpi che assorbiscono l'ossigeno, il platino metallico è quello che fra tutti è degno della nostra attenzione. Le particelle di questo metallo lucido e bianco, allorchè si precipitano dalle dissoluzioni ne' fluidi, ottengonsi divise talmente sottili, che non riflettono più la luce; desse hanno allora l'aspetto del negrofumo. In questo stato il platino assorbisce oltre le 800 volte il volume dei suoi pori di gas ossigeno, e questo vi si deve trovare in uno stato di condensazione, ch'è prossimamente quello dell'acqua liquida.

Questo stato in cui le particelle minutissime trovansi così straordinariamente avvicinate, prestasi eccellentemente a rendere manifeste le proprietà di tutti i gas condensati, il loro carattere chimico cresce a misura che il carattere fisico diminuisce. Questo ultimo consiste nella continua tendenza delle loro molecole a discostarsi l' una dall'altra, e dappoichè l'azione chimica opera soltanto in una certa vicinanza, facilmente comprendesi, che la elasticità de'gas è un principale impedimento che l'azione chimica incontra nel suo esercizio. Nello stato di paralizzata ripulsione in cui ritrovansi i gas ne'pori o alla superficie di un corpo solido, manifestasi la piena loro attività chimica. Combinazioni che nello stato ordinario l'ossigeno non poteva effettuare, scomposizioni

che non riusciva ad eseguire, operansi con la massima facilità nei pori del platino che ritengono l'ossigeno condensato. In siffatto nero di platino e nella stessa spugna di questo metallo possediamo un vero mobile perpetuo, un orologio, che scaricato, da per sè si ricarica, una forza che non mai s'esaurisce, nonchè effetti dei più potenti che all'infinito si ripetono. Se sulla spugna di platino i cui pori contengono del gas ossigeno condensato, noi facciamo scorrere una corrente d'idrogeno, trovandosi in mutuo contatto i due gas combinansi insieme nell'interno della spugna di platino, vi si forma dell'acqua, e la conseguenza immediata di questa formazione di acqua è un'emanazione di calorico, per cui il platino diventa incandescente ed accende il gas affluente. Se interrompiamo la corrente del gas infiammabile, i pori del platino riempionsi, in un istante impercettibile, nuovamente di ossigeno, ed il fenomeno riproducesi una seconda volta, anzi infinite volte.

Nella scoperta di questa facoltà dei corpi solidi, massima in quei porosi, una numerosa serie di fenomeni finora rimasta non ispiegata trovò la più bella e soddisfacente spiegazione. La trasformazione dello spirito di vino in aceto, la presente nostra fabbricazione speditiva dell'aceto, che fuori dubbio costituisce un ramo importantissimo dell'economia rurale, fondasi oggidì sui principii ai quali si è pervenuto per la esatta ricognizione delle anzidette proprietà.

LETTERA IX.

La estrazione della soda dal sale comune può riguardarsi come il fondamento dello slancio straordinario che la moderna industria prese verso tutte le direzioni; essa, come spero, vi servirà di esempio istruttivo della intima connessione che vi ha tra i tanto diversi rami delle industrie e del commercio, non che tra questi e la chimica.

La soda serve in Francia da tempi immemorabili alla fabbricazione del vetro e del sapone, due prodotti, i quali bastano a mantenere in circolazione capitali grandissimi. — Il sapone è una misura della prosperità e della coltura degli stati. In questa dignità non sarà certamente riconosciuta dagli economisti nazionali, ma prendasi la cosa come si vuole o da scherzo o da senno, paragonando fra loro due stati di egual popolazione con certezza positiva si può chiamare più ricco, più prospero e incivilito quello, che consuma più sapone, poi-

chè la vendita ed il consumo di questo non dipendono nè dalla moda nè dalla ghiottornia del palato, ma bensì dal desiderio del bello, del ben essere e dell'agiatezza, che derivano dalla mondezza. Ove questo senso di unita ai bisogni degli altri sensi è considerato e nudrito, ivi regna ad un tempo la prosperità e la coltura. I ricchi del medio evo che col grato odore di preziose droghe sapevano affogare la cattiva esalazione della cute e dei vestimenti loro, spiegavano nei cibi e nelle bevande, nei vestiti e cavalli maggior lusso di noi; ma quale differenza tra loro e noi, che riteniamo lordura ed immondezza per sinonimi di miseria e d'insopportabile sventura! — Il sapone finalmente appartiene a quei prodotti, di cui il valore del capitale sparisce continuamente dalla circolazione e deve rinnovarsi; esso è uno di quei pochi prodotti della industria, i quali, come il sevo e l'olio, quando hanno servito ed han bruciato per far lume, perdono assolutamente ogni valore. Con rottami di vetro possiamo comprare lastre da finestra ed abiti con cenci, ma con l'acqua del sapone non si negozia. La conoscenza del capitale mantenuto in circolazione dalle fabbriche di sapone, sarebbe di grande importanza, perchè certamente non è inferiore a quello che circola nel commercio del caffè, e differisce soltanto da questo in quanto che il capitale della fabbricazione del sapone nasce sul nostro fondo e nei nostri territorî.

Solamente per soda introitava dalla Francia la

Spagna in ogni anno da 20 a 30 millioni di franchi, perchè la soda spagnuola era la migliore. Il prezzo del sapone e del vetro saliva sempre più durante la guerra coll'Inghilterra, e tutte le fabbricazioni ne soffrivano. L'odierno procedere nella estrazione della soda dal sale comune, che arricchì la Francia, fu scoperto allora da Le Blanc, ma non ottenne egli il gran premio, da Napoleone assegnato a questa scoperta: la Ristaurazione venne in mezzo, essa non riconobbe il debito avendone a pagare dei più urgenti, e così cadde nell'obblio.

In brevissimo tempo la fabbricazione della soda prese in Francia uno slancio straordinario; essa ebbe la massima sua estensione nella sede della fabbricazione del sapone. Marsiglia possedette, quantunque per breve tempo, il monopolio di fabbricare e la soda ed il sapone. L'odio di una popolazione indispettita che sotto Napoleone si vide priva del suo commercio più lucrativo, tornò per istrane combinazioni delle circostanze, in favore al governo che gli succedette.

Onde trasformare il sal comune in carbonato di soda, bisogna prima (come praticasi nelle fabbriche) convertirlo in sale di Glauber (solfato di soda); a ciò bisognano per ogni 100 libbre di sale comune circa 80 libbre di acido solforico concentrato. Ben si vede che essendo il prezzo del sale comune ridotto al suo minimo, a cui il governo consentì ben volontieri, quello della soda

venne a dipendere dall'altro dell'acido solforico.

La ricerca dell'acido solforico crebbe in modo incredibile; da tutti lati i capitali affluivano in questo lucrativo ramo d'industria; la origine e la formazione dell'acido solforico vennero studiate acuratissimamente; ogni anno si ritrovarono metodi migliori, più semplici o meno costosi per ottenerlo. Ad ogni nuovo miglioramento iscemò il prezzo dell'acido solforico, ed in egual proporzione ne crebbe lo smercio. I vasi in cui si fabbrica l'acido solforico sono di piombo, e presentemente hanno dimensioni tali, che in uno di essi (camera di piombo) potrebbesi situare comodamente una casa a due piani di modica grandezza. Rispetto al procedimento ed agli apparati la fabbricazione dell'acido solforico è giunta al suo culmine, difficilmente potrà vie maggiormente perfezionarsi. La saldatura delle lastre di piombo con piombo (lo stagno ed altre saldature miste sarebbero corrose) costava prima quasi quanto pagavansi le lastre stesse; ora che a ciò fare adoperasi il cannello ferruminatorio, anche un fanciullo può unire insieme due lastre. Da 100 libbre secondo il calcolo possonsi ottenere non più di 306 libbre di acido solforico riconcentrato; se ne ricavano 300; si vede che non val la pena di parlare della perdita.

Oltre dello zolfo, il sal nitro, indispensabile a questa fabbricazione, aveva per lo passato una influenza principale sul prezzo dell'acido solforico. Benchè per ogni dieci cantaia di zolfo abbisognas-

se un solo cantaio di sal nitro, questo costava quattro volte un egual peso di zolfo. Anche in ciò avvenne un cambiamento.

Certi viaggiatori rinvennero nel Perù, e propriamente nel distretto di Atakama, vicino al piccolo porto di Yquique, delle poderose efflorescenze saline, le quali analizzate risultarono in massima parte composte di nitrato di soda; il commercio, che estende le sue braccia di polipo su tutta la terra ed apre ovunque nuove sorgenti di lucro all'industria, s'impossessò di siffatta scoperta: le provigioni di questo prezioso sale trovaronsi inesauribili, ne furono scoperti degli strati che si estendono per più di 40 miglia quadrate, ne furono portate in Europa delle masse a prezzi che non ascendevano alla metà del costo di trasporto del sal nitro delle Indie (nitrato di potassa), e siccome nella fabbricazione nè della potassa nè della soda si teneva conto, ma unicamente dell'acido nitrico contenutovi, avvenne che il sal nitro del Chilì rimosse quasi interamente dal commercio quello delle Indie, ossia il nitrato di potassa. La fabbricazione dell'acido solforico prese un nuovo slancio, senza detrimento dei fabbricanti, il prezzo ne scemò vie più; ora, dopo che la soppressa esportazione dello zolfo dalla Sicilia lo manteneva in qualche oscillazione, esso è rimasto come stazionario.— La diminuita richiesta del sal nitro spiegasi ora facilmente; soltanto alla fabbricazione della polvere adoperasi ancora il nitrato di po-

tassa, e se i governi risparmiano delle centinaia di migliaia sul prezzo che costa loro la polvere, ciò debbono alla fabbricazione dell'acido solforico.

Per farvi una idea della consumazione dell'acido anzidetto basta rammentare, che una piccola fabbrica ne mette in commercio 5000 ed una mediocre 20000 cantaia, e che vi sono delle fabbriche che ne producono 60000 cantaia in ogni anno*. La fabbricazione dell'acido solforico rende somme enormi alla Sicilia; essa apportò la industria e l'agiatezza nelle contrade prima non coltivate dell'Atakama; essa fa lucrativa la estrazione del platino in Russia, perchè i vasi di cui i fabbricanti si servono a concentrare l'acido solforico sono di platino, ed ogni caldaio ne costa da 10 in 20000 fiorini (5 in 10000 ducati); il vetro sempre più bello e meno costoso, il nostro eccellente sapone, non fabbricansi più oggigiorno con la cenere ma con la soda. La cenere come concime preziosissimo ed utilissimo torna in beneficio dei nostri campi e prati.

Sarebbe impossibile seguire ad uno ad uno tutti i fili di questo tessuto mirabile della industria e mi limiterò soltanto a toccare qui qualche consecutiva ed immediata conseguenza che ne derivò per la chimica industria. Abbiam detto che il sale comune deve prima convertirsi in sale di Glauber onde poi servire alla fabbricazione del-

* Per cantaio intendonsi 100 libbre di 16 once. V. K.

la soda; trattando quello opportunamente coll'acido solforico ne otteniamo il sale di Glauber e come prodotto accessorio una volta e mezzo infino a due volte il peso dell'acido solforico in acido idroclorico fumante, ciò che in tutto forma una quantità enorme. — Nei primi tempi la fabbricazione della soda era cotanto lucrativa che niuno prendevasi la pena di raccogliere l'acido muriatico, che in commercio non aveva alcun valore; atto però a molte applicazioni utili esso fece cambiare ben presto siffatta condizione. — L'acido muriatico è una combinazione del cloro; da nessun altro materiale il cloro si fa estrarre più puro e con minori spese come dall'acido muriatico. La idoneità della sua applicazione all'imbiancamento delle tele era nota da lungo tempo, ma in grande non se ne faceva ancora uso. S'incominciò ad adoprare l'acido muriatico in forma di cloro per imbianchire le stoffe di cotone, s'imparò a combinare il cloro alla calce e ridurlo così in una forma che si poteva inviare a grandi distanze; surse un nuovo ramo lucrativo di somma influenza, poichè difficilmente senza la calce ad imbiancamento la fabbricazione delle stoffe di cotone in Inghilterra sarebbe giunta a quella straordinaria importanza, che di essa sappiamo: costretto e limitato al solo imbianchire sull'erba, quel paese non poteva lungo tempo rivalizzare pei prezzi delle stoffe di cotone nè con la Francia nè con la Germania. Per l'imbiancamento sull'erba bisognavano delle ter-

re prima di ogni altro, e particolarmente prati ben situati; ogni pezza di tela doveva rimanere nei mesi estivi per intere settimane esposta all'aria ed alla luce, ed esser continuamente mantenuta umida da' lavoranti. Una sola fabbrica d'imbiancamento non molto significante nelle vicinanze di Glascovia (Walter Crums) imbianchisce giorno per giorno 1400 pezze di cotone estate ed inverno. Qual enorme capitale non ci vorrebbe per acquistare nelle vicinanze di una città così popolata il sito e il terreno che abbisognerebbero per distendervi sopra questa immensa quantità di tele che questa sola fabbrica annualmente prepara e consegna ai fabbricanti! Gl'interessi di cosiffatto capitale avrebbero una sensibile influenza sul prezzo della stoffa, che appena sarebbe risentita in Germania.

Coll'aiuto del cloruro di calce s'imbianchiscono le stoffe di cotone in poche ore e con ispesa oltre modo tenue, e nelle mani di uomini abili ed intelligenti esse ne soffrono assai meno che dall'imbiancamento sull'erba. Di già attualmente i contadini dell'Odenwald imbianchiscono col cloruro anzidetto e vi trovano il loro vantaggio. — Dippiù l'acido muriatico a buon mercato tra l'altre applicazioni — chi lo crederebbe? — serve alla fabbricazione della colla dalle ossa, che ne contengono pel medio da 30 in 36 per cento. Il fosfato di calce e la colla sono le parti costituenti le ossa; il primo è facilmente solubile nell'acido mu-

riatico debole, la colla non n'è attaccata sensibilmente. Si lasciano le ossa nell'acido muriatico debole fintantochè diventino trasparenti e flessibili come il cuoio più morbido; si hanno adesso dei pezzi di colla che liberata dall'aderente acido muriatico, mediante un diligente lavacro con acqua, han la forma delle ossa, che senz'altro sciolti nell'acqua calda servono a qualunque uso.

Un' applicazione di alta importanza e che merita di esser citata è quella dell'acido solforico all'affinamento dell'argento ed alla estrazione dell'oro che non vi manca giammai.

Come ben si sa intendesi per processo di affinamento la depurazione dell'argento, la sua isolazione dal rame. Dalle miniere noi riceviamo l'argento di 8 a 10 carati che in sedici carati (1 marco) contiene perciò 6 in 8 carati di rame. Il nostro argento coniato e lavorato contiene in 16 carati da 12 in 13 carati di argento e viene preparato nelle zecche legando l'argento puro con rame in proporzioni determinate. A tal uopo l'argento grezzo deve esser convertito in argento puro, ovvero esser affinato. Ciò si faceva prima mediante il processo della coppellazione con piombo; ci voleva una spesa che per 100 marchi ascendeva fino a 20 fiorini (10 ducati). Ma nell'argento in questo modo affinato rimaneva 1/1200 ad 1/2000 di oro, di cui la separazione per inquartazione non francava la spesa dell'operazione; quest'oro circolava senza valore veruno nelle nostre monete

e suppellettili, e la massima parte del rame andava interamente perduta pel possessore dell'argento grezzo. In modo sorprendente sonosi cambiate queste condizioni; poichè un millesimo di oro nell'argento grezzo importa un poco più dell'uno e mezzo per cento del valore dell'argento, il quale non solamente copre le spese dell'affinatore, ma gli dà puranche un guadagno sufficiente. Così accade il caso singolare, che dando dell'argento grezzo all'affinatore, questo ci restituisce la quantità intera dell'argento puro, come risulta da'saggi, e di più tutto il rame senza che in apparenza gli paghiamo l'opera sua; egli è pagato dall'oro che conteneva il nostro argento e che si ha tenuto.

L'affinamento dell'argento secondo il nuovo metodo è una delle più belle operazioni chimiche. Il metallo granellato si fa bollire nell'acido solforico concentrato, in cui l'argento ed il rame si sciolgono, mentre tutto l'oro quasi puro deponesi in forma di una polvere nera. La soluzione contiene del vitriuolo di argento e di rame. Essa trasportasi in truogoli di piombo, ove si lascia in contatto con rame vecchio. La conseguenza di ciò è, che l'argento disciolto si segrega interamente e perfettamente puro, mentre porzione del rame entra in soluzione; alla fine della operazione ottiensi dell'argento metallico puro e vitriuolo di rame, il quale serve a fabbricare colori verdi ed azzurri, e ha un prezzo considerevole in commercio.

Oltrepasserei i limiti di questo abbozzo, se volessi enumerare minutamente tutte le applicazioni dell'acido solforico, dell'acido muriatico e della soda; ma senza il perfezionamento cotanto straordinario della fabbricazione dell'acido solforico, difficilmente si potrebbe supporre che le nostre così belle candele steariche ed i fiammiferi fosforici di sì buon prezzo fossero mai venuti in uso. I prezzi attuali dell'acido solforico, dell'acido muriatico, dell'acido nitrico, quei della soda, del fosforo, ecc., sarebbonsi venti anni fa dichiarati favolosi: chi può prevedere quali fabbricazioni otterremo fra 25 altri anni? — Da quanto abbiam detto non si troverà esagerata la pretensione che la chimica industria di un paese si possa, senza che si rischi di fallire, giudicare secondo la quantità di libbre di acido solforico, che ivi si consumano. A questo riguardo non vi è altra fabbricazione che meritasse maggiormente l'attenzione e protezione dei governi.

LETTERA X.

Voi mi consentirete se io stimo gran fortuna per la umana società, che ogni nuova idea, atta ad eseguirsi in forma di una macchina utile o di un oggetto del commercio o dell'industria, trovi i suoi seguaci, i quali onde realizzarla vi adoperano le forze ed i talenti loro e v'impiegano quanto posseggono di beni di fortuna. Ancorchè una tale idea si verificasse ineseguibile ed in appresso anche assurda, nascono ciò non ostante altri pregevoli ed utili risultamenti da siffatti tentativi. Nell'industria, al pari che nella investigazione della natura, le teoriche conducono a'lavori ed alle ricerche. Ma lavorando si fanno delle scoperte; si scava cercando del carbone e si scoprono dei depositi di sale, si scava per aver del ferro e si trovano minerali ben più preziosi.

Così di qui a non molto aspettansi cose meravigliose dall'elettro-magnetismo: da esso pretendesi

che dia il moto alle nostre locomitive sulle strade ferrate e con ispesa così tenue da non meritar più altre considerazioni. L'Inghilterra perderà la sua preponderanza come stato manifatturiere; che più le frutteranno i suoi carboni? Noi abbiamo in Germania lo zinco a buon prezzo, e pochissimo ce ne vuole a dar moto ad un tornio e per conseguenza ad un'altra macchina! Tutto ciò alletta e seduce, e così deve essere infatti, poichè altrimenti nessuno se ne occuperebbe; ma in massima parte son queste illusioni che han potuto nascere da che non si è presa la pena di stabilir paragoni. Con una semplice fiamma a spirito, sottoposta ad un vaso proporzionato contenente dell'acqua bollente, si può mettere in movimento una piccola carrozza di 2 a 300 libbre, o sollevare un peso di 80 a 100 libbre all'altezza di 20 piedi. Ora tutto ciò si ottiene puranche mediante un pezzo di zinco che nell'acido solforico allungato si fa sciogliere in un certo apparato. Certamente è questa una scoperta oltre modo sorprendente e maravigliosa; ma sempre rimane la importante quistione, quale dei due metodi sia il più economico.

Per concepire una esatta idea di siffatta quistione dobbiamo richiamare alla memoria gli equivalenti dei chimici. Son desse certe valutazioni inalterabili di effetti, espresse in valori numerici tra loro proporzionali. A produrre un dato effetto ho bisogno di 8 libbre di ossigeno, e se invece di ossigeno, a tal uopo, io volessi far uso del cloro,

ne dovrei prendere nè più nè meno di 35 1/2 libbre. Così del pari 6 libbre di carbone sono un equivalente per 32 libbre di zinco. Questi numeri esprimono generalmente i valori degli effetti e riferisconsi a tutte le azioni che i due corpi hanno forza di operare. Se mettiamo lo zinco, in un dato modo combinato con un altro metallo, in contatto coll'acido solforico allungato, esso vi si discioglie in forma di ossido di zinco; vi si abbrucia a spese dell'ossigeno che gli offre il fluido conduttore. Quale conseguenza di siffatta azione chimica noi osserviamo derivarne una corrente elettrica, che condotta per un filo metallico lo converte in una magnete.

Mercè la dissoluzione di una libbra di zinco noi otteniamo dunque una certa quantità di forza per la quale siamo in istato di sollevare all'altezza di un pollice e mantener in sospensione un peso, per es. di ferro, il quale può esser tanto maggiore per quanto è più breve il tempo in cui compiesi la soluzione dello zinco. Possiamo inoltre interrompere e ristabilire il contatto dello zinco con l'acido, produrre l'effetto opposto, comunicare al peso di ferro un movimento in avanti, in dietro, in su, in giù, e creare così le condizioni del movimento di una macchina.

Dal niente non può nascere forza veruna; nel riferito caso sappiamo che essa vien prodotta dalla soluzione (ossidazione) dello zinco; ma prescindendo dal nome che questa forza qui porta,

noi sappiamo potersi lo stesso effetto ottenere in un altro modo. Poichè se avessimo bruciato lo zinco sotto la caldaia di una macchina a vapore e quindi nell'ossigeno dell'aria, e non già nella pila galvanica, noi avremmo prodotto del vapore acqueo e quindi una data quantità di forza. Ora noi vogliamo ammettere (ciò che non è stato provato affatto) che la quantità della forza non sia la stessa nei due casi, e che, per es., per la pila galvanica siasi ricavato il doppio od il triplo della forza, ovvero, se volete, abbiasi avuto meno di perdita; dobbiamo però ricordarci, che lo zinco può esser rappresentato da certi equivalenti di carbone. Secondo le sperienze di Despretz 6 libbre di zinco combinandosi all'ossigeno non isviluppano più di calore che 1 libbra di carbone: quindi, sotto le condizioni stesse, con 1 libbra di carbone produciamo sei volte più di forza, che con 1 libbra di zinco. Supposta eguale la perdita di forza nell'uno e nell'altro caso, egli è chiaro, che l'uso del carbone invece dello zinco sia più vantaggioso, ancorchè questo sviluppasse nella pila galvanica quattro volte più di forza di quello che ottiensi per la combustione di un peso eguale di carbone sotto la caldaia a vapore. In una parola se noi bruciassimo sotto una macchina a vapore i carboni, che servono a fondere lo zinco dai suoi minerali, ne produrremmo probabilissimamente molto più di forza che con lo zinco, qualsiasi la forma o lo apparato a ciò adoperato. Il calore,

la elettricità, ed il magnetismo serbano tra loro una relazione simile come gli equivalenti chimici del carbone, dello zinco e dell'ossigeno. Mediante una certa quantità di elettricità noi produciamo una proporzione corrispondente di calorico o di forza magnetica, che si equivalgono a vicenda. Questa elettricità io compro mercè l'affinità chimica, che adoperata nell'una forma, produce calore, e nell'altra magnetismo o elettricità. Con una certa quantità di affinità noi produciamo un equivalente di elettricità, appunto nello stesso modo come viceversa scomponiamo con una certa quantità di elettricità equivalenti di combinazioni chimiche. Dunque la spesa per la forza magnetica è nel nostro caso la spesa per l'affinità chimica. Lo zinco e l'acido solforico ci somministrano l'affinità chimica nell'una, il carbone ed una corrente conveniente di aria ce la danno nell'altra forma. Non dobbiamo lasciarci illudere da che con una tenuissima spesa di zinco si può convertire un filo metallico in una calamita, che porta 100 libbre (53,33 rotoli); poichè con essa non possiamo sollevare una sola libbra di ferro all'altezza di due pollici, ciò che vuol dire comunicarle un movimento. La calamita opera come un sasso che immobile preme con un peso di 1000 libbre sopra il suolo sottoposto; essa è un lago chiuso che non ha caduta. Ma si è saputo dargli scolo e caduta — così mi si risponderà; ed io ritengo ciò come un trionfo della meccanica; si riuscirà ad accresce-

re la sua caduta e forza di più di quel che finora si è potuto; sempre però è certo, che eccettuatane la caldaia a vapore, nulla si cambierà nelle nostre macchine, e che ancora in questo momento una libbra di carbone sotto la caldaia a vapore può muovere una massa centinaia di volte più pesante di quella che potrebbe una libbra di zinco nella pila galvanica. * Le nostre esperienze su questi nuovi motori sono ancor troppo vergini per lasciar prevedere ciò che potrà derivarne. Possano gli uomini che si sono proposti di sciogliere questo problema non iscoraggirsi: ancorchè altro non imparassimo che ad allontanare il pericolo delle macchine a vapore, sarebbe già questo, anche con doppia spesa, un gran guadagno. Vi è ancora un altro modo di servirsi dell'elettromagnetismo per fini di altissima importanza per le nostre strade ferrate. Immaginiamoci di fatti un meccanismo, mercè il quale le ruote delle no-

* Secondo una notizia riferita nell'appendice della gazzetta universale di Augusta n.° 214, Jacobi costruì nel 1838 e 1839 una macchina dalla quale poteva esser mossa una scialuppa di 12 uomini e l'effetto della quale fu stimato a 600 *pud* = 24000 libbre (11026 , 75 rotoli) sollevati all'altezza di 1 piede in un minuto primo. Questo effetto non può paragonarsi ancora a quello della più piccola macchina a vapore, perchè ammonta soltanto a 4/5 di una forza di cavallo (la forza di 1 cavallo = 500 libbre (rot. 229,72) elevate in un minuto secondo all'altezza di un piede).

stre locomotive possano a piacere convertirsi in forti calamite, saremo in stato di ascendere con facilità qualunque erta salita. Questa proposta fu avvanzata da Weber in Gottinga e porterà i suoi frutti.

„La pila galvanica come motore potrà un dì collocarsi nella stessa categoria in cui trovansi la fabbricazione dello zucchero indigeno o la estrazione del gas illuminante dall'olio e dal carbon fossile.

In quanto allo zucchero di barbabietole la industria ha eseguito quasi l'impossibile; invece di uno zucchero grezzo e del sapore della barbabietola, si fabbrica adesso il più bello raffinato, ed in vece del 3 o 4 per cento, che ebbe Achard, producesi il doppio ed il triplo di zucchero, e ciò non ostante questa bella fabbricazione non potrà reggere a lungo. Dall'anno 1824 sino al 1827 le condizioni erano ben altre. Il grano allora non costava più di 6 fiorini al moggio (*Malter*) e la canna (*Klafter*) di legna non più di dieci fiorini. Il valore delle terre stava scemando. Il prezzo dello zucchero non era così basso come al presente. Allora lucravasi più coltivando delle barbabietole e vendendo così il grano in forma di zucchero; si avevano barbabietole e combustibili a prezzi discreti e lo smercio dello zucchero era illimitato. Ma quanto sono cambiate siffatte condizioni! Ora il moggio di grano costa 10 fiorini e le legna da 18 in 20 fiorini la canna; il compenso del lavoro au-

mentossi insieme con questi prezzi benchè in proporzione meno sensibile, e lo zucchero esotico non solo non è cresciuto ma è calato di prezzo. Entro i limiti della lega doganale, per es. in Francoforte, comprasi adesso il più bello zucchero bianco in pani a 21 kreuzer * la libbra; toltine 11 kreuzer per dogana (10 tallari = D. 9,19 a cantaio) restano 10 kreuzer per ogni libbra di zucchero raffinato proveniente dall'estero. Calcolato in denari si aveva nel 1827 per ogni moggio di grano 40 libbre di zucchero grezzo (a 9 kreuzer la libbra), oggigiorno con la quantità stessa di grano se ne comprano 70 libbre. A prezzo uguale delle legna, ora per fabbricare con pari vantaggio debbonsi ottenere 70 libbre di zucchero dalla stessa quantità di barbabietole, dalla quale se ne ricavavano soltanto 40 libbre nel 1827: allora se ne otteneva il 5 per cento al massimo ed adesso non ottiensi oltre del 6 o del 7 ed i prezzi della legna sono oltremodo aumentati. Tutti i miglioramenti a cui si è pervenuto non coprono questi discapiti, e sotto le attuali circostanze è molto più vantaggioso coltivar grano e comprarne zucchero.

Fintantochè la fabbricazione dello zucchero di barbabietole limitavasi a formare un ramo dell'industria rurale, essa potè reggere alla concorrenza dello zucchero coloniale; le foglie ed il residuo spremuto e le sansene delle barbabietole ser-

* Ogni fiorino è diviso in 60 kreuzer. *V. K.*

vivano sempre ancora a dare a mangiare agli animali, ed il prezzo di esse cresceva naturalmente con il valore dei cereali; ma la fabbricazione dello zucchero, come un oggetto di speculazione, dovrà di per se venir meno. Secondo il procedere di SCHUTZENBACH, dagli speculatori con tanta avidità adottato, spendesi una certa somma per materiale di combustione, affin di scacciar tutta l'acqua delle barbabietole, indi si ha bisogno un'altra volta dell'acqua per estrarre lo zucchero dalle barbabietole seccate; altra spesa richiedesi per evaporare quest'acqua; alla fine dell'operazione rimane un residuo che non serve affatto di nutrizione agli animali, e che tutto al più può utilizzarsi come concime. Ora vogliamo fare un piccolo conto. Secondo il procedimento degli economisti rurali ottenevansi da ogni cento libbre di barbabietole 75 libbre di succo, dalle quali si ricavavano 5 libbre di zucchero. Riteniamo adesso che il metodo di SCHUTZENBACH dia 8 libbre di zucchero per ogni cento libbre di barbabietole, io avrò, seccando le barbabietole, da evaporare 86 libbre di acqua; inoltre per estrarre compiutamente il residuo secco avrò bisogno di 20 libbre di acqua, le quali svaporansi un'altra volta, quindi io otterrò in somma da 86+20=106 libbre di liquido 8 libbre di zucchero, ovvero per ogni 70 libbre di liquido da evaporare, un poco più di 5 1/4 libbre di zucchero. Convengo che da un eguale peso di barbabietole io ricavo 3 libbre di zucchero di

più, ma su queste tre libbre debbono uscire tutte le spese della manipulazione; di più le compro a pieno valore col tessuto cellulare nelle barbabietole, che io do per perduto, di maniera che mi vengono a costar più care di quel che le pagherei comprandole semplicemente in barbabietole.

Oggidì il danaro non forma più la ricchezza di uno Stato; e se nelle pianure del Reno noi avessimo altrettanti ricchi depositi di diamanti come la Golconda, il Visapur od il Brasile, difficilmente valerebbero l'opera dell'escavazione perchè le spese della sola estrazione delle miniere, che in quei paesi ascendono, termine medio, a circa 16 in 18 fiorini il carato, importerebbero presso di noi tre o quattro volte tanto. Ma a questo prezzo nessuno vorrebbe aver diamanti. Nei tempi in cui nel ducato di Baden la paga giornaliera è molto bassa, un certo numero di persone si occupa di raccogliere l'oro contenuto nelle sabbie del Reno; ma tosto che la mercede giornaliera aumenta, siffatta industria cessa di offrire dei vantaggi e finisce da per sè. Così la fabbricazione dello zucchero dalle barbabietole offriva, 15 anni fa, dei vantaggi che adesso più non ha, ed in vece di sostenerla con sacrificî non indifferenti, guardata dal punto politico-economico, sarebbe assai più ragionevole di coltivare altri prodotti più pregiati e barattarli in zucchero. Non solo lo Stato ma noi tutti vi troveremmo il nostro utile. In Francia e in Boemia le relazioni tra i prezzi dello zucchero

ed il materiale combustibile sono tutt'altro che presso di noi; tra questi paesi e la Germania non vi ha paragone da farsi.

Sopra un terreno non meno infruttuoso trovasi presso di noi la fabbricazione del gas illuminante mercè il carbon fossile, le resine e le diverse specie di olii. Il prezzo dei materiali che servono all'illuminazione sta in Inghilterra in ragion diretta de'prezzi dei cereali; il sevo e l'olio sono soltanto forme diverse pel nutrimento del bestiame e per rendita di beni stabili; in Inghilterra il sevo e l'olio valgono due volte di più, il ferro ed il carbon fossile due terzi di meno che presso di noi, ed anche in questo stesso, la fabbricazione del gas è lucrativa soltanto nel caso in cui il carbone che rimane dopo la distillazione (il *koak*), vendesi vantaggiosamente.

Al certo si considererebbe come una delle più grandi scoperte del secol nostro, se a qualcuno riuscisse di condensare il gas dei carboni fossili in un corpo bianco, solido, secco e senza odore che si potrebbe affiggere sui candelieri e trasportare da un luogo all'altro, oppure gli riuscisse di condensarlo in un olio liquido, senza colore e senza odore atto a bruciare nelle lampane. La cera, il sevo e l'olio sono appunto dei gas infiammabili sotto la forma di corpi solidi o di liquidi, e che ci offrono anzi una quantità di vantaggi, che non ha il lume a gas; bruciate in lampane ben costruite sviluppano la stessa quantità di luce; la loro com-

bustione precede in tutte le circostanze una gassificazione, senza che a ciò, come nelle fabbriche dei gas, si avesse bisogno di un apparato particolare. A certi fini, all'illuminazione delle grandi città, degli alberghi, ove devesi comprendere nelle spese le perdite sofferte pei furti in sevo ed in olio, nonchè un capitale per il pulimento delle lampane, il maggior costo del lume a gas è compensato, ma anche allora gran parte del lucro consiste nella vendita dei *koak*. Dove non trovano compratori, si va incontro a perdite. In altri luoghi, come per es. a Francoforte sul Meno, ove il gas ricavasi dalla resina, dall'olio di trementina e da altri olii a buon mercato, si potrà fabbricarlo vantaggiosamente sin che questo modo d'illuminare non troppo si estenda. Se le grandi città si procurassero la loro illuminazione in questo modo, ne conseguiterebbe immediatamente un aumento dei prezzi di siffatti materiali, ed appena basterebbe per es. tutto l'olio di trementina che trovasi in commercio in due città come Berlino e Monaco; e sugli attuali prezzi di queste sostanze di cui la preparazione di per sè non può diventar oggetto d'industria, non possonsi fondare dei calcoli. Per l'Assia elettorale l'illuminazione a gas dagli eccellenti carboni fossili di Schmalkalden sarebbe vantaggiosissima ed in quei luoghi appunto non è conosciuta. Invece di convertire i carboni in *koak* nelle vicinanze delle cave e di perder

così il gas illuminante, come presentemente si pratica, egli sarebbe più conducente trasportare i carboni a dirittura a Kassel e ridurli in vasi chiusi sul luogo stesso in *koak* ed utilizzarne il gas per l'illuminazione.

LETTERA XI.

La forma e la fattezza dei corpi siccome appaiono all'occhio, il colore, la trasparenza, la durezza ecc., o come si suol dire, le proprietà fisiche dei medesimi, furono per lungo tempo considerate come dipendenti dalla natura de' loro elementi, cioè a dire dalla loro composizione. Uno stesso corpo, pochi anni addietro, non potevasi raffigurare in due stati, ed in certo modo fu stabilito come principio, che due corpi dovessero di necessità possedere proprietà eguali, tutte le volte che contenessero gli elementi stessi ed in proporzioni eguali di peso. Altrimenti come sarebbe stato possibile che i più acuti filosofi potessero concepire e sostenere che la composizione chimica sia una compenetrazione e la materia infinitamente divisibile? Non fu commesso giammai un errore più grossolano di questo. Se in fatti la materia costasse di particelle infinitamente piccole,

essa non sarebbe più pondorabile, e milioni di siffatte particelle unite insieme non avrebbero un peso maggiore di quello che pesa una sola particella infinitamente piccola. Le stesse particelle della materia imponderabile, le quali, mercè il movimento loro, eccitano sopra la nostra retina quella impressione, che arrivata al sensorio apparisce in forma di luce, non sono infinitamente piccole in senso matematico. Una compenetrazione delle particelle elementari nella chimica combinazione presuppone che le particelle componenti, *a* e *b*, trovinsi in un medesimo luogo, quindi proprietà differenti in una composizione identica non sarebbero possibili.

Questa opinione dei filosofi naturalisti cadde in obblio, come tutte le altre del tempo passato, senza che alcuno siasi presa la pena di sostenerla. Alla forza della verità quale risulta dalla osservazione nulla resiste. Nella natura organica si rinvenne una quantità di combinazioni, le quali benchè identicamente composte hanno proprietà ben differenti; ad esse si è dato il nome di *corpi isomerici*. La estesa classe degli olii volatili, a cui appartengono l'olio di terebintina, di cedro, di balsamo copaive, di rosmarino, di ginepro ed altri, così diversi per l'odore, per gli effetti medicinali, pel punto di ebollizione ecc., contengono il carbonio e l'idrogeno in proporzione identica, nè l'uno di essi contiene di siffatti elementi più o meno dell'altro.

Di qual mirabile semplicità non si manifesta a noi la natura organica a questo riguardo? Con due pesi uguali di due componenti essa produce una straordinaria varietà di combinazioni, che meritano grandemente la nostra attenzione. Si sono scoperti dei corpi, i quali, come la sostanza cristallizzante contenuta nell'olio di rosa, solida e volatile alla temperatura ordinaria, hanno la stessa composizione del gas che arde nella fiamma dei nostri lumi, e come anche di un'altra dozzina di corpi di cui l'uno dall'altro differisce assai per le proprietà.

Siffatti risultamenti, cotanto importanti nelle ulteriori loro relazioni, non senza sufficienti pruove furono ammessi come verità; singole osservazioni di tal fatta erano note già da molto tempo, ma quali orfanelle giravano nel dominio delle scienze, finchè si scoprirono dei corpi, i quali facendosi convertire ad arbitrio gli uni negli altri, prima e dopo, diedero pruove più chiare dell'analisi, per l'assoluta eguaglianza della composizione di corpi dotati di proprietà differentissime. Nell'acido cianurico, nell'idrato di acido cianico e nel ciammelide abbiamo tre di siffatti corpi: il primo di essi è solubile nell'acqua, cristallizzabile ed atto a formare dei sali con gli ossidi metallici; l'idrato di acido cianico è un fluido volatile eccessivamente corrosivo, il quale senza scomporsi non si può mettere in contatto con l'acqua; il ciammelide è una massa bianca somi-

gliante alla porcellana ed affatto insolubile nell'acqua. L'acido cianurico ermeticamente chiuso in un vaso convertesi, per l'influenza di una temperatura più elevata, in idrato di acido cianico, e questo da per sè trasformasi alla temperatura ordinaria in ciammelide, senza che alcune delle sue parti costituenti esca dalla combinazione, o che altro estraneo principio vi si combinasse.

Il ciammelide si lascia a piacere convertire in acido cianurico o in idrato di acido cianico. In una consimile relazione reciproca stanno l'aldeide, il metaldeide, l'elaldeide, l'urea ed il cianato di ammoniaca, nella guisa appunto che uno di siffatti corpi può essere tramutato nell'altro, senza che vi cooperi un'altra sostanza.

La sola considerazione che la materia non sia divisibile all'infinito e che risulti di atomi impartibili, ci dà contezza soddisfacente di siffatti fenomeni. Nella chimica combinazione non compenetransi questi atomi, ma si ordinano in un modo determinato, e da siffatto ordinamento dipendono le proprietà che ci manifestano. Se dietro perturbazioni esterne cambiano sito, essi combinansi in un altro modo, producendo così un altro corpo con proprietà affatto diverse. Un atomo di un corpo può riunirsi con un atomo di un altro, due possono unirsi con due, quattro con quattro ed otto con otto di un altro, e formare un solo atomo composto; in tutte queste combinazioni la composizione in 100 parti del peso,

è assolutamente identica, e ciò non per tanto le proprietà chimiche non possono esser le stesse, poichè abbiamo in tal caso degli atomi composti, di cui l'uno contiene due atomi semplici, l'altro quattro, ed il terzo otto oppure sedici.

Numerose e belle osservazioni derivarono da queste scoperte, una quantità di secreti la mercè loro svelossi in modo naturalissimo. Così nell'amorfismo si è fatto acquisto di una nuova idea con cui si dinota uno stato particolare, il quale è contrapposto alla cristallizzazione. In un mezzo cristallizzante osservasi un moto continuato; le particelle più piccole, come se fossero magneti, respingonsi in una direzione, attiransi in un altra e dispongonsi le une accanto alle altre; esse assumono forma regolare, la quale in circostanze eguali non varia giammai. Ma ciò non ha luogo ogni qual volta le parti dallo stato fluido o gassoso assumono quello di corpo solido. Alla formazione dei cristalli richiedesi movimento e tempo. Se noi costringiamo un corpo fluido o gassoso a divenire solido ad un tratto, se alle sue particelle non concediamo il tempo di disporsi nelle direzioni in cui la loro attrazione (forza di coesione) è massima, non si formeranno cristalli, esse rifrangeranno diversamente la luce, avranno un altro colore, un'altra durezza ed una coerenza diversa. Così conosciamo un cinabro rosso ed un altro nero, come il carbone; un solfo solido, duro ed un altro molle, trasparente e che si fa tira-

re in lunghi fili; e conosciamo il vetro nello stato di un corpo opaco bianco, come il latte, talmente duro che battuto coll'acciarino caccia scintille, e nello stato ordinario trasparente a frattura concoidale. Questi stati tanto differenti per le loro proprietà provengono da ciò che in un caso gli atomi dispongonsi con regolarità e nell'altro confusamente; l'uno dei corpi è amorfo e l'altro cristallizzato. Così si ha tutta la ragione di credere che lo scisto argilloso e molte specie di *grauwache* altro non sieno che feldspato, scisto micaceo o granito in istato amorfo, non altrimenti che il calcare di transizione è marmo amorfo, il basalto e la lava sono un misto di zeolite e di augite amorfe.

Tutto ciò che influisce sulla forza di coesione deve fino ad un certo punto alterare le proprietà dei corpi. Il carbonato di calce cristallizzato a freddo possiede la stessa forma cristallina, e la stessa durezza dello spato calcare, non che il suo potere di rifrangere la luce; cristallizzato a caldo esso ha la forma e le proprietà dell'aragonite.

Finalmente l'isomorfismo, ossia la identicità delle forme di molte combinazioni chimiche somiglianti per la loro composizione, tutto sembra additare, che la materia consta di atomi, la disposizione dei quali determina le proprietà dei corpi. Quasi potrebbesi dimandare, se taluni di quei corpi che noi riteghiamo quali elementi, non sieno forse modificazioni di una stessissima sostanza,

e se non contengano una identica materia in varie guise disposta? Un simile duplice stato noi conosciamo nel ferro: nell'uno esso comportasi nella catena elettrica come il platino, e nell'altro come lo zinco, a segno che con questo solo metallo sonosi costruite le pile galvaniche più energiche. Il platino e l'iridio; il cloro, il bromo ed il iodio; il ferro, il manganese ed il magnesio; il cobalto ed il nichel; il fosforo e l'arsenico hanno del pari molte proprietà comuni, ma ordinariamente si dimentica che la somiglianza loro non estendesi oltre le loro combinazioni proporzionali. Queste somigliansi soltanto perchè sono composte di atomi che ritrovansi ordinati in uno stesso modo. Il nitrato di strontiana non somiglia più a sè stesso tosto che nella sua composizione riceve un dato numero di atomi di acqua. Se noi teniamo il selenio per zolfo modificato ed il fosforo per arsenico modificato, come spiegasi, si può domandare, che l'acido fosforico e l'acido arsenico, che l'acido solforico e l'acido selenico formino combinazioni, le quali per la forma, la solubità ecc., non lasciansi affatto distinguere le une dalle altre? Due combinazioni tra loro isomeriche mostrano appunto proprietà differenti. Finora non abbiamo la menoma ragione di credere, che un elemento possa tramutarsi in un altro. Una tale metamorfosi presuppone che l'elemento contenga due o più parti costituenti. Finchè queste non sono pruovate dalle esperienze, non deesi aver conto di tutte le osservazioni di

tal genere. Così il signor BROWN in Edimburgo ha creduto di convertire il ferro in rodio ed il paracianogeno in silicio. Ma or che il suo lavoro trovasi pubblicato nelle memorie della Real Società Edimburghese, si può provare, anche senza ripetere i suoi esperimenti, che i principî della chimica analisi sono dallo scopritore appieno ignorati; i suoi esperimenti sonosi ripetuti, e nelle sue osservazioni verificossi soltanto la sua ignoranza. Il suo rodio è ferro ed il suo silicio un carbone impuro che arde, benchè con qualche difficoltà.

LETTERA XII.

Tosto che la forza vitale cessa di essere attiva gli atomi organici ripetono la conservazione dello stato, della forma e delle proprietà loro dalla inerzia; una legge grandiosa e generale della natura ci addimostra che la materia da per sè sola non abbia la facoltà di operare; un corpo messo in movimento lo perde soltanto per una resistenza qualsiasi; un corpo in riposo allorchè dovrà muoversi e mostrarsi attivo, avrà d'uopo che una influenza da fuori operi sopra di esso.

Le sostanze che compongono i vegetabili e gli animali son nate sotto il dominio della forza vitale, essa è quella che determina la direzione in cui attiransi gli elementi, essa è una forza di movimento, capace a comunicar questo agli atomi in riposo e di opporre una resistenza ad altre forze di movimento, alla forza chimica, al calore ed alla forza elettrica. Noi ci troviamo nello stato di

sciogliere di bel nuovo il bianco d'uovo coagulato per effetto del calore, e di renderlo liquido, ma la sola forza vitale gode della privativa di ricondurre nella più minuta particella del bianco di uovo l'ordine e la disposizione degli elementi a quello stato primitivo che avevano nell'uovo. L'albume cotto ridiviene nell'organismo un'altra volta chiara di uova carne e sangue.

Nella formazione delle piante e degli animali la forza vitale oppone resistenza alle altre forze, a quella di coesione, al calorico, all'elettrico, le quali rendono impossibile che fuori dell'organismo gli atomi si costituiscano in combinazioni di ordini più elevati; essa annienta le influenze di quelle che tendono a disturbare la manifestazione della forza chimica, interviene nelle formazioni organiche nella guisa stessa come il calore facilita o rende ad ogni modo possibile le combinazioni inorganiche, togliendo e diminuendo gli ostacoli che altre forze presentano.

Appunto coteste altre forze sono quelle che nelle combinazioni di un genere così importante, come degli atomi organici, cagionano de' cambiamenti nelle proprietà delle medesime, allorchè dopo la morte la forza vitale non opponesi alla influenza di esse; il contatto coll'aria, l'azione chimica più debole è sufficiente a produrre nna metamorfosi, una nuova disposizione di atomi, una scomposizione; subentrano i fenomeni meravigliosi che noi dinotiamo col nome di fermentazione, di pu-

trefazione e di eremacausia (*Verwesung*). Essi sono de' processi di scomposizione, mercè i quali gli elementi negli ultimi risultamenti loro vengono ricondotti allo stato che possedevano prima che avessero preso parte al processo vitale. Gli atomi organici degli ordini più elevati vengono per siffatti processi ricondotti a quelle combinazioni dell'infimo ordine da cui nacquero. Soltanto in questi ultimi tempi siamo giunti alla intelligenza più esatta delle cagioni le quali provocano e mantengono cotesti singolari processi di scomposizione, che nella forma ed apparenza loro cotanto differiscono dalle ordinarie scomposizioni chimiche; si è provato che niuna parte costituente di un vegetabile od animale passi di per sè allo stato di fermentazione od a quello di putrefazione, e che in tutte le circostanze per produrle vi abbisogni del calorico, un agente chimico, il contatto coll'acqua o col gas ossigeno.

L'uva mercè la corteccia guarantisce il suo succo dall'accesso dell'aria, soffre perciò un cambiamento appena sensibile; l'uva si secca, e a poco a poco diventa uva passa. Il punger la corteccia con la punta di un ago è sufficiente a produrre un cambiamento di tutte le proprietà del succo. Guarantito dall'accesso dell'aria, ovvero sottratto alla chimica influenza che l'ossigeno dell'aria esercita sur una delle sue parti constituenti, conservasi il mosto per un tempo indeterminato; per quanto le sue particelle sieno soggette a variare, la ca-

gione del disturbo manca tuttavia. Esposto all'aria ad una temperatura conveniente, scorgesi nel succo un forte sviluppo di gas ed un vivo movimento; tutto lo zucchero svanisce; il succo rischiarasi dopo che la fermentazione è finita; un deposito giallognolo deponesi qual sedimento, esso contiene ora una quantità di alcool corrispondente a quella dello zucchero che aveva prima.

Tolto il sedimento dal succo, ha la facoltà di produrre in una soluzione fresca di zucchero nell'acqua gli stessi fenomeni, di cui l'ultimo risultamento è lo sparire dello zucchero e la sua scomposizione in acido carbonico ed alcool. Con la particella zuccherina simultaneamente sparisce ancora il sedimento adoperato; questo stesso, essendo soggetto ad una scomposizione, benchè più lenta, perde a poco a poco intieramente la sua virtù di eccitare la fermentazione in una soluzione fresca di zucchero nell'acqua.

I fluidi animali comportansi in modo perfettamente analogo. Il latte nella zinna della vacca, l'urina nella vescica non soffrono nello stato normale alcun cambiamento nelle proprietà loro, ma posto in contatto coll'aria il latte si coagula, senza alcuno sviluppo di gas, separasi il caseo in forma di una massa gelatinosa, il liquido diventa acido, e crescendo siffatta acidificazione ancora di più, sparisce interamente lo zucchero di latte che vi era contenuto.

La fermentazione d'un succo vegetabile e l'a-

cidificarsi o il coagularsi del latte appartengono tanto l'uno che l'altro alla medesima classe di fenomeni, la sola differenza è nella forma, ossia nello stato dei prodotti che novellamente vanno a formarsi con le parti constituenti il fluido. Uno dei nuovi prodotti dal succo delle uve (l'acido carbonico) è aeriforme, perciò quello spumeggiare e quel bollire; quei che sonosi formati nel latte rimangono sciolti nel liquido. Or essendo la forma e la qualità dei prodotti della fermentazione del tutto accidentali, dinotansi oggigiorno col nome di fermentazione tutte le metamorfosi simili a quelle osservate nel latte e nel mosto, non importa se siavi o pur no sviluppo di gas. Nella vita comune distinguesi il processo della putrefazione da quello della fermentazione: siffatta distinzione non fondasi mica sulla scienza, esistendo la medesima soltanto ne'nervi dell'odorato: la putrefazione è il processo della fermentazione nelle materie organiche contenenti azoto e zolfo, ove d'ordinario vengono formati prodotti puzzolenti.

Quale ultima cagione di siffatti fenomeni si è riconosciuta la complessa natura degli atomi organici; la facilità con cui essi alteransi riposa sulla poca energia della attrazione che mantiene riuniti gli atomi semplici in atomi complessi, nonchè nella facilità con cui vengono posti in moto. I succhi vegetabili ed i liquidi animali contengono materie le quali, allorchè non sono più protette dall'organismo, van soggette ad alterazioni, che sof-

frono dall'istante stesso in cui vengono in contatto coll'ossigeno dell'aria. Tagliando una mela, una patata, una barbabietola, vedremo il bianco taglio imbrunirsi in pochi istanti; al più leggiero ferire della corteccia verde o di una foglia hanno luogo simili alterazioni nel succo, abbenchè non sieno visibili mercè il cambiamento nel colorito. L'ossigeno dell'aria combinasi con una delle parti costituenti il succo, e nel momento stesso cessa l'ordine normale della medesima. L'equilibrio della loro reciproca attrazione ne vien disturbato, esse dispongonsi in un altro modo, e un mutamento succede nell'atomo composto.

Il movimento cominciato è cagione che l'azione continui.

Principiato che sia una volta la fermentazione del succo vegetabile, nel latte, nella urina, nella carne, potrà l'ossigeno qual prima cagione del fenomeno rimaner affatto escluso; essa continua immantinente senza il soccorso di questo.

La prima particella, i cui atomi furono posti in moto mercè l'azione chimica dell'ossigeno, trovasi in contatto con altri atomi che sono composti come essa, oppure differentemente; il movimento che ha luogo in essa stessa opera quale spinta su gli atomi che le sono i più vicini; dal grado di energia, con cui l'attrazione si spiega sulle particelle di siffatti atomi in riposo, dipenderà ora se il moto della prima particella si propaga, o pur no; se il moto è più potente della resistenza, propa-

gasi quello in un'altra particella; ancora in questa gli atomi vengono posti in movimento nella guisa e nella direzione stessa come nella prima; in seguito del modo identico come essi dispongonsi nascono i prodotti stessi, il moto ovvero il mutar luogo del secondo comunicasi ad un terzo, ad un quarto ed infine a tutti gli atomi nel fluido. Se la resistenza, ovvero la forza che mantiene uniti gli elementi degli altri atomi composti, è maggiore della cagione che tende a produrre un cambiamento nel sito e nell'ordine, ovvero a scomporli in nuovi prodotti, dovrà in tal caso l'azione cominciata cessare a poco a poco.

Uno dei più belli esempî della metamorfosi di un corpo privo di azoto, in seguito di un disturbo accaduto, vien somministrato dall'aldeide. Esso è un liquido senza colore, mischiasi coll'acqua, ed è talmente volatile da bollire sulla mano calda (21°); esso è di un odore affocante ed ha la proprietà di assorbire con grande avidità l'ossigeno dell'aria e di commutarsi perciò in acido acetico; posto in contatto con lisciva di potassa si condensa formando una massa bruna resinosa. Siffatte proprietà assai notabili sono però molto variabili; poichè l'aldeide che formasi nella preparazione non può essere guarantito dal contatto coll'ossigeno dell'aria. Riempiendone un vaso di cristallo, e chiudendo questo ermeticamente alla lampana, troverannosi sempre una o più delle sue minime particelle nello stato di assorbimento di ossigeno, nel-

lo stato di un' azione che necessariamente dovrà cessare coll' intercettazione dell'ossigeno. Il processo dell' ossidazione dell' aldeide trova certamente in ciò i suoi limiti, ma il disturbato equilibrio nell'attrazione degli elementi suoi propagasi pur tuttavia. Mercè il moto che le particelle dell' aldeide, le quali stanno ossidandosi, hanno acquistato, lo stato d' inerzia degli atomi vicini vien sospeso, ed in conseguenza di ciò gli elementi suoi vanno a formare un gruppo novello, affatto diverso da quello primitivo; il moto di siffatte particelle comunicasi alle altre più vicine ed in ultimo a tutte, di modo che dopo qualche giorno o settimana, nel recipiente ermeticamente chiuso non vi è più un corpo che abbia per le sue proprietà la benchè minima somiglianza con quelle dell'aldeide. Troviamo ora nel vaso un fluido che non più si mischia coll'acqua, ma invece resta alla superficie di questa galleggiante a guisa di olio, di un grato odore, simile a quello dell' etere, di cui il punto di ebollizione è 60 gradi più alto di quello dell'aldeide, e che non condensasi più in massa resinosa mercè la potassa caustica, come neanche passa più allo stato di acido acetico; e non ostante siffatta essenziale differenza, questo corpo per la sua composizione è tuttavia aldeide; esso contiene gli elementi stessi, nelle proporzioni stesse di peso, ma gli atomi di essi (ciò che rinviensi paragonando il peso specifico del suo vapore con quello dell'aldeide) trovansi più vici-

ni l'uno all'altro e riuniti in un altro ordine.

Non sarà difficil cosa il rendersi ragione perchè la fermentazione abbia uopo di un certo tempo e perchè non possa effettuarsi come altre chimiche azioni in un momento incommensurabile di tempo: ciò dipende da che la scomposizione è la conseguenza della lentamente trasmessa attività da una particella all'altra; inoltre egli è chiaro che non tutte le combinazioni organiche hanno il potere di passare allo stato di fermentazione: una tale facoltà è prerogativa dei soli atomi composti, e manca in tutti gli altri in cui le particelle sono ritenute da un più alto grado di affinità.

Come di leggieri scorgesi, e questa al certo è la cosa più degna di nota in tal fenomeno, nessuna sostanza, nessuna materia e nessuna chimica affinità viene da fuori a prendere parte alla produzione dei prodotti nuovi; è un mero disfacimento degli elementi cagionato dacchè l'equilibrio che regnava nell'attrazione reciproca di questi venne disturbato. L'atomo di zucchero si scompone in due atomi di acido carbonico ed in uno di spirito di vino; l'uno e l'altro presi insieme contengono per quantità o per qualità tutti gli elementi dell'atomo di zucchero. Nel latte dolce noi avevamo dello zucchero di latte, in luogo di questo noi abbiamo nel latte inagrito l'acido lattico; ma lo zucchero di latte e l'acido lattico sono identici per la composizione loro, entrambi contengono gli elementi stessi e nelle proporzioni stesse di peso, ma soltanto al-

trimenti ordinati. In molti casi però gli elementi dell'acqua o quelli di altri atomi composti prendono una certa parte attiva nella metamorfosi, e propriamente per ciò che due, tre o più atomi composti, scomponendosi uno accanto l'altro in più semplici, danno dei prodotti che hanno dell'affinità tra loro: in questo caso dunque i prodotti non ottengonsi isolatamente uno per uno, ma bensì combinati tra loro.

Il sedimento, ed il fermento di cui ci serviamo a produrre la fermentazione, sono sempre corpi, gli elementi dei quali trovansi tuttora in istato di metamorfosi e di movimento; la lor facoltà di produrre la fermentazione poggia su questo stato, il quale naturalmente non si fa fissare: a misura che la metamorfosi progredisce e si compie va a perdersi siffatto stato e con questo la virtù loro di provocare in altri atomi organici quel processo stesso di trasmutamento che in essi si sta operando. Soltanto il così detto lievito fresco è energico; ed una sola giornata produce di già una grande differenza.

Una soluzione di acido concinico si lascia conservare per anni interi in un recipiente chiuso senza la minima alterazione. Ma nello stato in cui ritrovasi in un estratto di noce di galla, l'acido concinico cambia lentamente tutte le sue proprietà; conservato in luogo caldo esso svanisce a poco a poco interamente, e depongonsi i più bei cristalli di acido gallico. Unitamente all'acido con-

cinico quella parte di noce di galla, che nell'acqua si è sciolta, contiene un'altra sostanza eterogenea la quale in contatto coll'acqua si scompone, e l'acido concinico vien perciò disposto a soffrire una metamorfosi somigliante. In modo analogo l'acido lattico nasce nelle rape e ne'cavoli fermentati, ciò che noi chiamiamo il *Sauerkraut*.

Quelle parti costituenti delle piante e degli animali le quali non contengono azoto, come lo zucchero, la gomma, l'amido, il grasso ecc. poste in contatto coll'ossigeno non passano di per sè sole allo stato di fermentazione; siffatta proprietà appartiene d'ordinario ai soli atomi più composti, che oltre del carbonio, dell'idrogeno, e dell'ossigeno, contengono due altri elementi di più, l'azoto e lo zolfo. Questi ultimi sono propriamente gli eccitatori della fermentazione, ovvero della metamorfosi delle sostanze prive di azoto; la fermentazione durerà fintantochè nel liquido trovansi uniti lo zucchero ed una quantità di quel corpo contenente azoto, e che sperimenta la metamorfosi; i due processi di metamorfosi (quella dello zucchero e l'altro dell' eccitatore) si compiono uno accanto all'altro, coll'esclusione dell'ossigeno, dipendendo tuttavia l'uno dall'altro, in modo che se quella dello zucchero è finita, se di questo non v'ha più parte alcuna nel liquido (nel vino che ha perduto lo zucchero ecc.), rimane una certa quantità dell'eccitatore che non soffre più consecutivo trasmutamento, ciò che al vino dà la

facoltà di entrare di bel nuovo in fermentazione, tosto che aggiungasi una nuova quantità di zucchero. Se quella dello eccitatore fosse compita prima dell'altra dello zucchero, rimarrà siffatto zucchero nel fluido (come nei vini del sud).

La presenza del corpo che nel vino eccita la fermentazione gli comunica la proprietà di cambiarsi in aceto al contatto dell'aria; se quel corpo fosse intieramente posto da banda, potrassi esporre il vino all'aria senza che diventi agro, non importa se la temperatura sia alta o bassa.

Gli eccitatori della fermentaziene, quali sono contenuti nel succo delle uve ed in quello delle piante senza alcuna eccezione, sono delle sostanze che hanno la stessa composizione come il sangue o come il caseo del latte. Nelle piante, come p. e. nella vite, la produzione di siffatte parti costituenti il sangue può aumentarsi e moltiplicarsi per mezzo dell'ingrasso animale. Lo sterco delle vacche è ricco di alcali, che influisce sull'incremento della parte zuccherina; esso è povero di azoto e di fosfati, i quali prestansi alla formazione delle parti costituenti il sangue. Gli escrementi umani contengono soltanto pochi sali alcalini; essi operano in modo particolarmente favorevole sulla produzione delle parti costituenti il sangue, ovvero, se volete, degli eccitatori della fermentazione nelle piante.

Di leggieri scorgesi che per mezzo della coltura stessa, e per la scelta analoga dell'ingrasso possiamo esercitare la più manifesta influenza

sulla qualità del succo. Ragionatamente noi miglioriamo il mosto ricco di sostanze constituenti il sangue, aggiugnendovi dello zucchero il quale, ciò che è lo stesso, fu prodotto dall'organismo di un'altra pianta, ovvero al succo premuto delle nostre uve immature noi uniamo quelle appassite dei climi meridionali. Nel senso scientifico sono éssi dei veri miglioramenti che in nessun modo hanno del nocivo e del falso.

Sopra abbiamo detto che la forma e la fattezza, nonchè le proprietà dei nuovi prodotti formati nei processi della fermentazione, dipendono dal modo di aggruppamento degli atomi che sono in atto di metamorfosi e dalla direzione in cui essi attiransi. Il calore esercita sul modo come gli atomi sono disposti la stessa decisa influenza che osserviamo negli ordinarî processi chimici.

Il succo del navone, quello delle barbabietole, quello delle cipolle, è ricco di zucchero; alla temperatura ordinaria esso ci dà gli stessi prodotti come il succo delle uve, ottenghiamo dell'acido carbonico, dippiù un fluido ricco di alcool, e la parte del succo che contiene l'azoto si depone in forma di sedimento. Ad una più elevata temperatura, a 40 fino a 45 gradi, cambia tutto siffatto processo di trasmutazione. Osservasi uno sviluppo assai minore di gas, non producesi dell'alcool. Esaminando il fluido alla fine della fermentazione, non ritrovasi più particella alcuna dello zucchero che prima vi esisteva, dagli elementi di questo si è

formata una quantità copiosa di acido lattico ed accanto a questa un corpo tutto identico alla gomma, e di più (ciò che forma il prodotto più maraviglioso) una sostanza cristallina la quale è identica per proprietà con la sostanza che costituisce la parte dolce della manna.

L'alcool e l'acido carbonico sono i prodotti del trasmutamento degli atomi zuccherini alla temperatura ordinaria; l'acido carbonico, la mannite, l'acido lattico e la gomma sono quelli della fermentazione da una temperatura più avanzata.

Noi abbiamo il dritto di credere che il modo e la maniera del trasmutamento delle sostanze eccitatrici della fermentazione variasse, e che da essa, per la cambiata direzione in cui gli atomi trasmutando ordinansi, venga condizionata la posizione novella degli atomi zuccherini che loro giacciono accanto. Poichè non in virtù del solo calorico, ma ancora in virtù della natura della sostanza mediatrice del trasmutamento, vengono formati prodotti differenti da un medesimo corpo.

L'acido lattico nel latte acidificato formasi dallo zucchero di latte; il suo trasmutamento vien provocato dacchè trovasi in contatto col caseo che dietro il contatto coll'ossigeno dell'aria è in atto di entrare in metamorfosi. Se, consumata che siasi la quantità di zucchero di latte, noi ne aggiungiamo dell'altro, continuerà tuttavia il processo della fermentazione, e ciò fintantochè trovasi del caseo con esso in contatto.

Cotesto modo in cui lo zucchero di latte (senza alcuno sviluppo di gas) soffre la fermentazione, ha luogo soltanto alla temperatura ordinaria dell'aria ; a 24 fino a 30 gradi i prodotti sono ben diversi da questi. A cotesta temperatura il caseo assume le proprietà del sedimento ordinario, e nello zucchero di latte hanno luogo due processi di metamorfosi che si succedono l'un l'altro ; prima esso assorbisce una data quantità di acqua combinandosi con questa chimicamente e trasmutasi in quella stessa specie di zucchero che abbiamo nelle uve, e dopo che ciò si è effettuato esso scomponesi in contatto col caseo in alcool ed in acido carbonico.

Il latte fermentato alla temperatura ordinaria, come prodotto principale della scomposizione dello zucchero, ci dà l'acido lattico; ad una temperatura più elevata otteghiamo un fluido ricco di alcool, il quale mercè la distillazione dà una vera acquarzente.

Mischiando ad una soluzione di zucchero in vece del sedimento una piccola quantità di cacio bianco coagulato ed un poco di carbonato di calce, ad oggetto di mantenere continuamente il fluido neutralizzato, osservasi ben tosto, a 25 fino a 30 gradi, un copioso sviluppo di gas ; lo zucchero distruggesi interamente, e quali prodotti gassosi ottenghiamo acido carbonico ed idrogeno, e nel liquido rimane una gran quantità di acido lattico, uno degli acidi organici il più importante che prima

era noto soltanto qual parte integrante del latte o del butiro.

Nella fermentazione ordinaria l'atomo di zucchero dividesi in due, ed in quella poc'anzi menzionata in tre prodotti, in vece dell'alcool e dell'acido carbonico ottenghiamo dell'acido butirico non che del gas idrogeno e dell'acido carbonico; le relazioni che esistono tra questi corpi sono notabilissime: l'alcool è acido butirico + idrogeno, l'atomo d'acido butirico è l'atomo di alcool dal quale due atomi d'idrogeno sonosi segregati.

In ogni fermentazione avvengono cambiamenti nella natura dei prodotti, cagionati in parte da un'alterazione della temperatura, in parte dalla presenza di altre materie che vengono lor malgrado forzate a prendere parte al trasmutamento. Così dallo stesso succo delle uve, allorchè fermenta a temperature diverse, ottengonsi dei vini di bontà e proprietà ineguali, e ciò a tenore che nell'autunno la temperatura dell'aria sia alta o bassa; secondo la profondità della cantina e la temperatura della medesima durante la fermentazione cambiano la qualità, l'odore e il sapore del vino. Una temperatura affatto costante del sito ove ha luogo la fermentazione, ed una fermentazione non troppo precipitosa, ma che lentamente segue il suo corso, sono le condizioni più essenziali che dipendano dall'uomo, e che possono farci ottenere un vino squisito. Non passerà più lungo tempo e si preferiranno per la fermenta-

zione del vino tra tutte le altre le cantine profonde scavate nelle rocce, tanto idonee alla fabbricazione delle migliori birre; la loro utilità consiste particolarmente nella loro temperatura costante.

La influenza che le sostanze eterogenee esercitano sui prodotti della fermentazione vinosa è in modo particolare visibile nella fermentazione delle patate germogliate. Come è noto, ottiensi da queste, mercè la distillazione, oltre l'alcool, un fluido oleoso con proprietà velenose e di un odore e sapore assai disgustevole.

Cotesto olio noto sotto il nome di olio delle patate (*Fuselöl*) non trovasi di già formato nelle patate; esso è un prodotto del trasmutamento dello zucchero, poichè questo non ottiensi soltanto dalle patate fermentate, ma ancora nella fermentazione degli ultimi sciroppi nella fabbricazione dello zucchero dalle barbabietole.

Cotesto olio che secondo le sue proprietà chimiche appartiene alla classe medesima dell'alcool, è alcool da cui sonosi segregati gli elementi dell'acqua. Due atomi di siffatto olio vengono formati dalla riunione di cinque atomi di alcool da cui si son sottratti sei atomi di acqua.

La formazione di siffatto olio, di cui oggigiorno se ne guadagnano nelle fabbriche di spirito di vino, qual prodotto accessorio, quantità tali da poterlo adoperare nella grande illuminazione, non ha giammai luogo nei fluidi in fermentazione, se questi contengono dell'acido tartrico o del cremore di

tartaro, dell'acido citrico o certe altre sostanze amare (la sostanza amara dei lupoli), esso producesi in preferenza soltanto ne liquidi alcalini e ne'neutri, ovvero in quelli che contengono dell'acido acetico e dell'acido lattico, e nella maggior parte si può impedire la sua formazione aggiungendo tartaro al liquido.

L'odore ed il sapore dei vini provengon da certe particolari combinazioni che formansi durante la fermentazione; i vini vecchi del Reno contengono dell'etere acetico, ed alcuni di essi in piccola quantità dell'etere di acido butirrico il quale comunica ad essi un odore ed un sapor grato, simile a quello del vecchio rùm di Giammaica. Tutti poi contengono dell'etere di acido enantico, dalla presenza di cui tira origine l'odore vinoso. Siffatte combinazioni nascono in parte durante la fermentazione stessa, ed in parte durante la conservazione del vino, in virtù dell'influenza degli acidi sopra l'alcool del vino. L'acido enantico sembra formarsi durante la fermentazione; almeno finora non fu rinvenuto ancora nelle uve. Gli acidi liberi contenuti nei succhi in fermentazione prendono la parte più decisa alla produzione di coteste sostanze aromatiche; i vini delle contrade meridionali che preparansi con uve giunte a perfetta maturità contengono del tartaro, ma non già degli acidi liberi organici: essi hanno appena l'odore del vino, ed in quanto al gusto essi cedono in confronto dei vini nobili di Francia o di quelli del Reno.

LETTERA XIII. *

Nè il calore, nè la forza elettrica, nè quella vitale hanno la facoltà di rendere composte in un gruppo le particelle di due materie eterogenee, ovvero di unirle in una combinazione, a ciò valendo solo la forza chimica.

Dappertutto nella natura organica, in tutte le combinazioni che hanno luogo nell'organismo vivente animale e vegetabile, noi c'imbattiamo nelle leggi stesse, osserviamo le medesime relazioni stabili ed invariabili di combinazioni, che sono nella inorganica.

La sostanza cerebrale, quella de' muscoli, le parti costituenti il sangue, il latte, la bile, ecc., sono atomi composti, la formazione e la esistenza dei quali poggia sull'affinità in azione tra le loro

* Questa lettera deve precedere l'altra che malamente fu da noi segnata col n.° XII. *V. K.*

minime particelle. La sola affinità, ogni altra forza eccettuata, opera la composizion loro. Allorchè venissero separati dal corpo vivente e privati dell'influenza della forza vitale, la continuazione dell'esser loro troverebbesi condizionata per le sole forze chimiche; da esse dipende, a tenore della loro direzione e vigoria, la maggiore o minore resistenza che da quelli opponesi alle cagioni esterne capaci a dar luogo a disordini, ovvero alle forze esterne tendenti a distruggere la chimica attrazione. Ma la luce, il calorico, la forza vitale o quella di gravità, esercitano una influenza appieno decisiva sul numero degli atomi semplici costituenti un solo atomo composto, nonchè sul modo di collocamento degli stessi; tali forze modificano la forma delle proprietà, la caratteristica delle combinazioni, appunto per ciò che ad esse compete la facoltà di comunicare movimento agli atomi in riposo, e di arrestarlo mediante la resistenza loro.

La luce, il calorico, la forza vitale, quella elettrica, non che la magnetica e l'altra di attrazione, esternansi quali forze del movimento e della resistenza, e quindi son abili a far variare direzione ed intensità alla forza chimica; esse sono capaci di aumentare questa, diminuirla o sivvero annientarla interamente.

Il solo movimento meccanico è sufficiente a dare alla forza di coesione de'corpi cristallizzabili una determinata direzione e di far mutare

quella dell'affinità nelle chimiche combinazioni. Noi possiamo raffreddare l'acqua in perfetto riposo assai al di sotto del suo punto di congelamento senza che con ciò cristallizzisi; basta per altro toccarla con la punta di un ago onde trasformare in un istante la massa intera in un pezzo di ghiaccio. Per avere dei cristalli fa d'uopo che le particelle minime si trovino in movimento; esse debbono cambiar di sito o di posizione affin di collocarsi nelle direzioni della loro massima attrazione. Moltissime soluzioni saline saturate a caldo non depongono cristalli raffreddandosi in una tranquillità perfetta; il minimo polviscolo, un granellino di sabbia gettato nel fluido è valevole ad operarvi la cristallizzazione. Incitatovi una volta il movimento, esso propagasi di per sè, l'atomo scosso dà l'impulso del suo movimento ad un altro a lui prossimo, ed in tal guisa comunicasi questo a tutti gli altri.

Introducendo del mercurio metallico in una soluzione di fegato di zolfo, la superficie ricopresi ben presto di solfuro di mercurio nero amorfo, ciò che riproducesi quante volte si leva via lo strato formato alla superficie; attaccando poi ermeticamente chiuso in una boccia siffatta mescolanza in faccia al porta sega di una sega meccanica, che in un'ora faccia migliaia di volte il suo movimento alterno su e giù, la polvere nera diventerà il più bel cinabro rosso che differirà dal nero soltanto per la sua forma cristallina.

Il ferro grezzo ordinario deve la sua durezza, la sua fragilità e la sua costituzione cristallina ad una porzione di carbone; il ferro puro privo di carbone è cristallino in casi rarissimi. Il ferro nelle pietre meteoriche differisce dal ferro specolare lucido, in ciò appunto, che quello unito alla tessitura cristallina la più caratteristica possiede la massima duttilità, pressochè quanto il più puro ferro dolce; ma una spranga di ferro dolce è tenace nella frattura, filamentosa, non presenta veruna faccia di transito in piani cristallini. Le minime particelle sono senza alcun ordine confusamente tra loro disposte. Nello stato di politura bagnato da un acido, la sua superficie non mostra quei disegni bizzarri che sono proprietà caratteristica del ferro cristallino. Ma se la spranga stessa siasi per lungo tempo sottoposta a deboli benchè continuati colpi di martello, vedransi le minime particelle, gli atomi del ferro cangiare di posizione in guisa, che mercè la influenza del movimento meccanico vengon essi a collocarsi nella direzione della loro massima attrazione; la spranga diventa cristallina e granellosa, come il ferro fuso; la frattura non è più filamentosa, ma liscia e lucente. Tale fenomeno presentasi più o meno rapidamente negli assi di ferro delle locomotive ed in quelli de'carriaggi ed è la cagione di imprevedute disgrazie.

Ma non solamente sulla forma esterna e costituzione, nonchè sulla disposizione delle particel-

le omogenee, le forze meccaniche esercitano una influenza condizionata, ma sul modo puranche secondo che gli atomi eterogenei si dispongono, e sulla durata delle chimiche composizioni. La più lieve frizione, una scossa produce l'esplosione nel fulminato di mercurio ed in quello di argento; basta che con la barba di una penna tocchiamo l'ossido di argento ammoniacale ed il ioduro di azoto per iscomporli. Il semplice movimento impresso agli atomi cambia in questi casi la direzione della chimica attrazione: essi in seguito dell'avvenuto movimento, dispongonsi in gruppi novelli; i loro elementi congiungonsi a formare nuovi prodotti.

Assai più frequente e notevole è la influenza che spiega il calore sulle manifestazioni dell'affinità. In quanto sormonta gl'impedimenti che oppongonsi all'azione dell'affinità, esso facilita ed accelera la formazione delle combinazioni chimiche; ma se al contrario esso stesso subentra qual ostacolo all'affinità, fa in tal caso variare la direzione dell'attrazione, la giacitura degli atomi, ed impedisce, ovvero distrugge affatto le manifestazioni di quella. L'attrazione che regna tra gli atomi eterogenei a gradi bassi di temperatura è diversa da quella pei gradi elevati; nei massimi gradi della più elevata temperatura che potremmo immaginare, la combinazione chimica non ha più luogo.

In una soluzione di sale comune nell'acqua

formansi nell' inverno, ad una temperatura assai bassa, dei prismi belli trasparenti e limpidi al par dell' acqua, i quali contengono oltre il 38 per cento di questa chimicamente combinata. Il sale comune cristallizzato alla temperatura ordinaria dell' aria è sempre privo di acqua. Al più lieve contatto della mano i cristalli contenenti dell'acqua rendonsi lattei od opachi; presi sulla mano essi convertonsi in una papparella di piccoli cubi di sale comune; la debole differenza di 10 gradi nella temperatura fa sì che le particelle cristallizzabili del sale comune manifestino la loro affinità coll' acqua, la quale dalle stesse non più si possiede appena si è dappresso al punto di congelazione.

Se il carbonato di calce cristallizzasi nell'acqua fredda le particelle di esso depongonsi nella forma dello spato islandico doppio; se poi cristallizzasi nell' acqua calda le otteniamo nella forma dell' aragonite. Entrambi i minerali, cotanto dissoni per forma cristallina, per durezza, per peso specifico, per poter di rinfrangere la luce, pur contengono assolutamente le stesse quantità di acido carbonico e di calce. Da questo esempio noi scorgiamo che le particelle di carbonato di calce assumendo forma solida cangiansi sotto la influenza di un elevato grado di calore in un corpo del tutto fisicamente diverso; ma è più degno di nota la circostanza, che se si arroventa leggermente un cristallo di aragonite e in seguito di ciò si espo-

ne ad una temperatura più alta di quella in cui venne formato, abbia luogo quindi un movimento per la sua massa intera: senza che si alteri menomamente il suo peso esso gonfiasi a guisa di un cavolfiore e tramutasi in un mucchio di cristalli sottili dei quali ognuno ha la forma romboedra del comune spato calcare.

Un uovo di gallina mercè la influenza di un calore di 75° soggiace ad un totale cambiamento in tutte le sue proprietà ; il suo albume liquido ed appena tinto di giallo rendesi bianco simile a quello della porcellana ; le sue minime parti perdono tutta la mobilità loro; senza che alcuna cosa di materiale siavi tolta od aggiunta vediamo noi la più meravigliosa metamorfosi: prima del riscaldamento le particelle del bianco d'uovo erano solubili e si potevano mischiare in tutte le proporzioni coll'acqua, in seguito del movimento cagionato in esse dal calore vennero private di siffatta qualità; i loro atomi si aggregarono in un gruppo novello. Da questa nuova maniera di aggregamento derivano le proprietà mutate. Le forze chimiche attive nelle particelle dell'albume sono la cagione ultima del modo novello di collocazione in questa nuovamente acquistata forma, esse oppongono alla cagione interna disturbatrice, cioè a dire al calore, una resistenza che in origine loro mancava.

Nella stessa guisa comportansi tutti i corpi organici: tutti senza eccezione cambiansi o distrug-

gonsi per effetto di un più o meno alto grado di calore; la resistenza, che alla cagion distruttrice oppongono i loro atomi, ovvero quella forza che agisce in essi, manifestasi ognora nella foggia in cui si dispongono di bel nuovo; da un atomo composto nascono uno, due o tre novelli gruppi di atomi, e ciò in ordine tale che lo stato di equilibrio non venga alterato. Nei prodotti di nuova formazione la resistenza della forza chimica è più forte di quel ch'era nel corpo primitivo; la somma della forza di affinità non diventa mica maggiore, essa rendesi bensì più forte e più intensa secondo una direzione.

Si potrà concepire una idea di ciò che intendesi qui per direzione tenendo presente quanto avviene in una particella di acqua nel mezzo di un bicchiere ripieno di fluido siffatto.

La particella acquea nel mezzo vien attirata da tutte le particelle che immediatamente la cingono e spiega in grado eguale un'attrazione per esse, la quale non è maggiore in un canto che in un altro. La grande mobilità e scorrevolezza della particella acquea deriva appunto dacchè tutte le forze attraenti che hanno influenza sulla stessa trovinsi nello stato di equilibrio: la minima forza basta a rimuoverla dal suo sito; la minima differenza di temperatura, aumentando o diminuendo la sua densità, è capace di farla cambiar di sito.

Se venisse quella attirata più da un lato che

dall'altro si volgerebbe verso quel lato; richiederebbesi un certo grado di forza a portarla via dal punto di attrazione. In questa condizione precisamente stanno le particelle acquee superficiali, esse sono meno mobili che le inferiori, come per una esterna pressione esse sono più vicine l'una all'altra, più dense, più contratte. Un sottile ago di acciaio puossi con una certa precauzione mantenere galleggiante alla superficie, mentre quello stesso immerso, precipita velocemente al fondo. Siffatta maggiore coerenza nasce da che le particelle acquee della superficie obbediscono ed operano soltanto *in un sol verso* coll'attrazione, alla forza attrattiva inferiore non opponendosi qual resistenza veruna attrazione delle sovr'esse incumbenti particelle acquee. Perchè possa cader giù, le particelle acquee alla superficie dovrebbero necessariamente ceder spazio all'ago scostandosi o allontanandosi dal sito loro, ma ciò non avviene, ad onta che l'ago spieghi una pressione sette ad otto volte maggiore di un volume eguale di acqua.

In guisa appieno a questa somigliante nelle combinazioni chimiche comportasi la forza attraente che tiene assieme le particelle integranti. Col numero degli elementi, col numero degli atomi che vengonsi a raccorre in un gruppo, moltiplicansi le direzioni della forza attraente; questa potenza decresce nella stessa ragione in cui cresce il numero delle direzioni. Due atomi congregati in una combinazione possono solo in un verso attrarsi

l'un l'altro; tutta la quantità della loro forza attraente manifestasi in questa sola direzione; aggiungendovi un secondo atomo ovvero un terzo dovrà parte di siffatta forza adoperarsi onde attirare ancora questi altri. La naturale conseguenza di ciò è che l'attrazione reciproca di tutti gli atomi congregati risulti più debole opponendo essi minor resistenza alle cagioni esterne che tendono a rimuoverli dal posto loro.

La grande differenza tra i corpi organici e le sostanze minerali consiste appunto in ciò che quelli sono combinazioni di ordine superiore; non ostante che essi si formino soltanto di tre, quattro o al più di cinque elementi, i loro atomi sono pur tuttavia più complessi. Una particella di sal da cucina, una particella minima di cinabro offre un gruppo di non più che due atomi per ciascuna, ma un atomo di zucchero per contrario ne abbraccia trentasei, ed una particella di olio di olive racchiude molte centinaia di atomi semplici. Nell'atomo di sale comune l'affinità manifestasi soltanto in una sola mentre che lo fa per quello di zucchero in 36 varie direzioni. Senza che vi aggiungiamo o togliamo cosa alcuna, possiamo immaginare i 36 atomi semplici nello zucchero ordinati in mille modi diversi; cambiando un solo di essi il suo posto, l'atomo composto finisce di essere un atomo di zucchero, poichè le proprietà a quello spettanti si modificano secondo che gli atomi trovansi aggregati.

Cagioni, quali il moto, il perturbamento dell'affinità, debbono per necessità esser nel caso di provocare sugli atomi organici, del pari che su tutti gli atomi di ordine più elevato, de' cambiamenti che non si effettuirebbero più su i composti degli atomi più semplici, come p. e. sulle sostanze minerali.

Dalla maggiore complicazione e dalla minore forza con cui gli elementi de' corpi organici vicendevolmente attraggonsi l'un l'altro, deriva che questi scompongansi più facilmente, come p. e. mercè il calore; gli atomi di essi una volta posti in movimento ovvero l'un dall'altro rimossi per effetto del calore, collocansi in atomi più semplicemente complessi, ne' quali la forza attraente manifesta gli effetti suoi in minor numero di direzioni ed oppone perciò nei medesimi tanto più di restistenza alle successive perturbazioni.

I minerali, le combinazioni inorganiche, risultarono dalla liberazione dell'affinità chimica a cui non opponevasi ostacolo veruno, ma la maniera in cui essi formaronsi ed ordinaronsi dipendeva da cagioni esterne ed estranee che vi prendevano attiva cooperazione; queste ultime condizionavano le forme e le proprietà di quelli; se durante la combinazione la temperatura fosse stata più o meno alta, essi sarebbonsi conformati in gruppi ben differenti.

In guisa somigliante a questa del calore nelle combinazioni inorganiche, il calore, la luce ed

in ispecialtà la forza vitale, sono le cagioni determinanti la forma e le proprietà delle combinazioni prodotte negli organismi; siffatta forza vitale costituisce il numero degli atomi che riunivansi, nonchè la maniera del loro collocamento. Noi siamo in istato di comporre un cristallo di allume con gli elementi suoi, zolfo, ossigeno, potassio ed alluminio, poichè insino ad un certo confine disponiamo liberamente della loro affinità chimica nonchè del calore, e con questo del modo del collocamento loro; ma non possiamo mica comporre una particella di zucchero con gli elementi suoi, poichè alla riunione di essi nella forma propria all'atomo zuccherino coopera benanche la forza vitale, la quale non si assoggetta alla volontà nostra al pari che il calore, la luce, la gravità ecc. Ma tostochè gli elementi dell'organismo siensi una volta accolti in atomi organici, appartengono anche essi in tal caso alla classe delle combinazioni chimiche; ci troviamo allora in grado di dare alla forza attiva negli atomi loro che gli tiene insieme, moltiplici diverse direzioni, di modificarla, di aumentarla, oppure di distruggerla affatto; da due, da tre, da quattro atomi organici composti, tra loro combinandoli, possiamo produrre degli atomi di ordini più elevati, quelli più complicati possiamo ridurli in più semplici; dal legno e dall'amido ricaviamo lo zucchero, dallo zucchero poi l'acido ossalico, l'acido lattico, l'acido acetico, l'aldeide, l'alcool, l'acido formico, abbenchè non

ci sia dato riprodurre siffatte composizioni dagli elementi loro.

La forza vitale non ha la menoma influenza sulla composizione degli elementi in una combinazione chimica; niun elemento di per sè solo è idoneo a servire di nutrimento o allo sviluppo di una pianta o dell'organismo animale; tutte le sostanze che prendono parte nel processo vitale son gruppi inferiori di atomi semplici, i quali mercè l'influenza della forza vitale conformansi in atomi di ordini più elevati. La forma e le proprietà dei gruppi più semplici di atomi sono condizionati dalla forza chimica sotto il dominio del calore: la forma poi e le proprietà degli atomi di ordine superiore, ovvero di quelli organizzati, sono dipendenti dalla forza vitale.

LETTERA XIV.

Le proprietà dell' ordinario formaggio animale, cioè la influenza che le sue minime particelle, trovandosi nello stato di scomposizione o di trasmutamento, esercitano sulle particelle di zucchero ad esse più vicine, sono per fermo degne della nostra attenzione, ma esse vengono in tutto ciò di moltissimo superate dalla caseina vegetabile nel latte di mandorle. Ognun sa, che le mandorle dolci pestate minutamente e meschiate con una quantità di acqua equivalente a 4 o 6 volte il loro peso, danno un fluido, il quale per le sue proprietà esterne ha la più grande somiglianza con il latte grasso di vacca. Nel modo stesso, come in questo ultimo, lo aspetto latteo producesi ancora in quello da particelle minutamente disperse di olio e di grasso, le quali, allorchè il fluido trovasi in riposo, segregansi alla superficie in forma di crema; del pari che il latte vaccino esso quagliasi aggiugnendovi dell'a-

ceto, e diventa agro da per sè, allorchè per qualche tempo rimane abbandonato a sè stesso. Questo latte di mandorle contiene una sostanza per la proprietà sue affatto analoga alla caseina animale, e non men di questa soggetta a trasmutamento. Dal momento in cui il latte esce dalla zinna della vacca la caseina animale soffre un trasmutamento progressivo, il quale però rendesi visibile soltanto dopo qualche tempo, mercè la coagulazione del latte; in modo identico operasi un cambiamento negli elementi della caseina vegetabile appena le mandorle dolci vengono ridotte allo stato di latte. Del pari che la caseina animale, quella vegetabile delle mandorle contiene dello zolfo, ma l'azoto vi è in proporzione maggiore, onde probabilmente proviene che la caseina animale, qual fermento, non manifesta sempre la stessa efficacia di quello. In quanto poi alla fermentazione dello zucchero, entrambi godono delle proprietà stesse. Se ad una soluzione di zucchero di uva (il quale è identico con quello dell'amido o con la parte solida che costituisce il mele delle api) unisccsi del latte di mandorle, ovvero la polvere di mandorle pestata, dal quale anteriormente col torchio a freddo fu tolto l'olio grasso, vedrassi ben presto, allorchè conservasi in un luogo caldo, passare il fluido allo stato di energica fermentazione vinosa; mercè la distillazione ne otteniamo un'acquavite particolare di gratissimo sapore. Siffatto effetto produce ancora la caseina animale; ma quella vegetabile

del latte delle mandorle in una quantità di composti organici, come p. e. nella salicina e nell'amiddalina, cagiona delle scomposizioni e dei cambiamenti i quali dalla caseina animale non vengono effettuati.

La salicina è quella parte costituente la corteccia del salice, che le comunica il conosciuto sapore amaro e la proprietà di tingersi in rosso carminio allorchè vi si fa cadere qualche goccia di acido solforico concentrato; essa estraesi facilmente per mezzo dell'acqua; nello stato suo purissimo essa cristallizza in aghi di un bianco abbagliante, fini, lunghi ed intrecciati in guisa di seta. La salicina è, come lo zucchero, scevra di azoto, ma il suo atomo è assai più composto.

Introducendosi della salicina nel latte di mandorle, quella perde ben tosto la sua amarezza e dà luogo ad un sapore affatto dolce. In questo periodo tutta la salicina è scomparsa, e si ha in sua vece dello zucchero di uva ed un nuovo corpo dalla salicina totalmente diverso, che è la saligenina. Lo zucchero e la saligenina contengono insieme gli elementi della salicina. Un atomo di questa ultima in contatto con la caseina vegetabile del latte di mandorle, scomponesi in un atomo di zucchero ed in un altro di saligenina, senza che v'entri o n'esca cosa alcuna.

Più degna di nota è la maniera come siffatta caseina vegetabile comportasi verso l'amiddalina; i prodotti particolari che ottengonsi dalle mandor-

le amare furono per lungo tempo tenuti quale enigma difficilmente spiegabile, sino a che si rinvenne l'amiddalina come parte costituente di essa, e si conobbe il suo modo di comportarsi con la caseina vegetabile.

Dalle mandorle amare ridotte in fina polvere e sottoposte con acqua alla distillazione, ottiensi un'acqua di forte odore, lattiginosa, a cagione d'una moltitudine di goccioline oleose sospesevi, le quali a poco a poco depositansi in fondo formando uno strato di olio. È questo un olio volatile del più forte odore e sapore di mandorle amare, più pesante dell'acqua e distinto ancora per ciò che esposto all'aria ne assorbisce l'ossigeno, trasformandosi in cristalli duri e senza odore di acido benzoico; oltre a questo olio volatile, che attualmente circola in grandi quantità in commercio, come oggetto di profumeria, l'acqua sudetta contiene ancora una considerevole quantità di acido prussico.

Ma l'acido prussico e l'olio di mandorle amare, due prodotti della distillazione di queste con l'acqua, non rinvengonsi mica come tali nelle mandorle amare. Se entrambi vi si trovassero già belli e formati come l'olio di terebintina nella resina de' pini e l'olio di rosa nel fiore di questo nome, dovremmo di necessità supporre, che anche l'olio di mandorle amare, si facesse nello stesso modo estrarre da questo, per mezzo di olii grassi od altri mezzi dissolventi; ma l'olio grasso, che

per mezzo del torchio ottiensi con facilità dalle mandorle amare, non è più aspro o meno insipido dell'olio di mandorle dolci; non vi si trova traccia veruna di acido prussico o di olio volatile di mandorle amare, benchè vi sieno facilmente solubili in esso. Facendo bollire le mandorle con l'alcool, non troverassi nemmeno in questo alcuna traccia, nè di acido prussico nè di olio volatile di mandorle amare, ma se si svapora tutto l'alcool, ottiensi un bel corpo bianco cristallino, che facilmente sciogliendosi nell'acqua ha allora un debole sapore amaro e differisce essenzialmente dallo zucchero e dalla salicina, in quanto che contiene dell'azoto il quale, benchè in piccolissima quantità, pur non vi manca giammai. A questo corpo l'acido prussico e l'olio di mandorle amare debbono la loro formazione, oppure le materie sconosciute nelle mandorle amare che li producono debbono essersi riunite sotto la cooperazione dell'alcool in amiddalina; questa è la conchiusione a cui fu menato lo scopritore dell'amiddalina. E non avendo trovato la chiave dell'enigma, egli ascrisse, come spesso accade, la formazione dell'amiddalina o la sua trasformazione in acido prussico ed olio di mandorle amare, all'azione di un essere sfuggevole ed incomprensibile che per la sua natura si sottraeva all'indagine.

Ma tutto ciò si è spiegato in un modo semplicissimo; si è veduto che introducendo una soluzione acquosa di amiddalina nel latte fresco di

mandorle, questo scomponesi in pochi istanti, e che in seguito di una nuova disposizione, l'atomo di amiddalina si scompartisce in acido prussico, in olio volatile di mandorle amare, in zucchero, in acido formico ed acqua, gli elementi dei quali (in tutto 90 atomi) trovansi tutti riuniti in un solo gruppo nell'atomo di amiddalina.

La quantità di amiddalina, che in tali circostanze per l'effetto della caseina vegetabile scomponesi a formare queste combinazioni, dipende alquanto dalla quantità di acqua nella mescolanza; secondo che l'acqua basta o pur no a sciogliere tutti i prodotti che si formano, l'amiddalina scomponesi in tutto o soltanto in parte. L'olio volatile delle mandorle amare abbisogna per la sua soluzione nell'acqua di trenta parti di questa, gli altri prodotti ne richiedono meno. Or aggiugnendo al latte di mandorle tanta amiddalina, che 30 parti di acqua corrispondano ad una sola parte del prodotto di olio di mandorle amare, l'amiddalina sparisce tutta; aggiugnendosi alla mescolanza più di amiddalina, questa non soffre più alterazione veruna. Di leggieri vedesi, che l'affinità chimica dell'acqua (il suo potere dissolvente) esegue la sua parte in questo processo di scomposizione; e che la sua attrazione per uno dei prodotti coopera anch'essa come cagione del trasmutamento. Or siccome la parte bianca contenuta nelle mandorle amare è perfettamente identica con la caseina vegetabile delle mandorle dolci, comprenderassi facilmente,

che la esistenza dell'amiddalina delle mandorle dipende, senz'altro, dalla quantità di umido che contengono. Una quantità di amiddalina corrispondente alla piccola quantità di acqua contenuta in esse, vi si trova solamente secondo i suoi prodotti; se alle mandorle ben pestate si aggiugne maggiore quantità di acqua, convertendole p. e. in latte di mandorle, il contenuto in amiddalina scema a misura che la quantità di acqua aumenta, fino a che totalmente sparisce, allorchè l'acqua vi si trova più copiosamente.

Il modo come comportasi l'amiddalina e la parte bianca simile alla caseina contenuta nelle mandorle, acquista ancora maggiore importanza, riflettendo, che la presenza dell'amiddalina nelle mandorle dipende dal sito ove per caso trovasi piantato l'albero. Fra due alberi, di cui l'uno porta mandorle dolci e l'altro amare, non fu dai botanici trovata alcuna sensibile differenza. V' ha casi in cui il semplice trapiantamento fece portare mandorle dolci ad un albero, che prima le produceva amare; certamento è questo uno degli esempii più notevoli della influenza, che certe parti costituenti il suolo manifestano sul processo vitale delle piante.

La influenza, che esercita la presenza dell'acqua sulla esistenza di talune combinazioni organiche, risulta sufficientemente chiara dai fatti su menzionati; ve ne sono ancora molti altri tanto importanti da non doversi passare sotto silenzio.

È noto a chicchesia, che la senapa nera polverizzata e bagnata con acqua fino a che formi una pasta, dà in pochi minuti una mescolanza la quale esercita sulla cute un'azione oltre modo irritante anzi vescicatoria. Questo effetto proviene da un olio volatile, privo di ossigeno ma contenente zolfo, e che mercè la distillazione con acqua si può ottenere nel modo stesso, come si ricava l'olio di mandorle amare dalle mandorle amare.

A questo olio la senapa ordinaria da tavola deve il suo odore ed il suo sapore; nello stato della massima purezza esso è oltremodo acre.

Or nella semenza della senapa non v'ha verun vestigio di questo olio; quello spremuto dalle medesime è mite e niente piccante. L'olio volatile producesi da un corpo non piccante e ricco di zolfo e di azoto, che per l'azione della caseina vegetabile contenuto nella semenza, prova una trasmutazione istantanea allorchè trova una sufficiente quantità di acqua; l'olio volatile della senapa è uno dei nuovi prodotti, che formansi dagli elementi dello stesso.

In un modo simile a quello in cui la caseina vegetabile nella semenza della senapa ed in quella del mandorlo, esercita per lo stato di trasmutazione, a cui passa istantaneamente in presenza dell'acqua, un'azione scomponente sopra altre parti costituenti le semenze stesse, comportansi pure quelle parti costituenti che contengono zolfo ed azoto ed analoghe per composizione alla casei-

na vegetabile; queste rinvengonsi quasi in tutte le semenze delle piante e particolarmente nel così detto glutine contenuto nelle diverse specie di frumento.

La farina della segala, quella da frumento, non che altre specie di farine mescolate con venti volte il loro peso di acqua a 75 gradi, danno una densa colla, la quale dopo poche ore diviene già liquida, acquistando un sapore meramente dolce; l'amido della farina riceve una certa quantità di acqua, ed in seguito di una nuova disposizione dei suoi atomi esso convertesi da prima in una specie di gomma, indi poi in zucchero di uva. Questo trasmutamento proviene dalla scomposizione che operasi nel glutine della farina; il rammollirsi della pasta nella preparazione del pane non ha altra cagione.

Questa stessa formazione di zucchero, ha luogo appunto nella germinazione de'semi; con lo sviluppo del germoglio tutto l'amido contenuto nella semenza del frumento, della segala e dell'orzo convertesi in zucchero per la influenza delle molecole del glutine che gli sono vicine. Il glutine stesso acquista proprietà in tutto diverse, e come l'amido, diventa solubile nell'acqua. Se dopo estratto il grano germinato (il malto) con l'acqua, riscaldasi questa (ch'è il così detto condimento nella fabbricazione della birra) fino all'ebollizione, una quantità di questo glutine divenuto solubile separasi in uno stato, nel quale più non si lascia

distinguere dall'albume animale coagulato, nè per le sue proprietà, nè per la sua composizione. La rimanente parte del glutine trovasi nel condimento con lo stesso carattere, come nel sugo dell'uva trovasi quella parte costituente che contiene dello zolfo e dell'azoto la quale le somiglia pur nella composizione; durante la fermentazione della birra essa si deposita come feccia, che per forma e proprietà da quella del vino in nulla differisce.

Nella natura organica noi osserviamo simili fenomeni sopra una grande scala, i quali dipendono da identiche o simili cagioni. Molte piante legnose contengono verso l'autunno una sostanza depositata nel legno, simile in tutto all'amido delle patate o a quello contenuto nelle diverse specie di grano, la quale nella primavera, allorchè riproducesi nuovamente nelle piante, vien convertita in zucchero. Il succo ascendente dell'acero è così ricco di zucchero, che nei luoghi ove di questo albero se ne hanno intiere foreste, vien impiegato a fabbricarne zucchero. Noi abbiamo tutta la ragione per credere che questo zucchero, in seguito di una trasmutazione simile, venga prodotto come quello delle semenze germogliate.

L'addolcirsi de' frutti d'inverno, ossia il così detto maturare col tempo e con la paglia, è l'effetto di una vera fermentazione. Le mele e le pere immature contengono una quantità considerabile di amido, il quale in seguito della scomposi-

zione di quella parte costituente del succo che contiene l'azoto, vien convertito in zucchero.

Non è guari REDTENBACHER trovò l'acido formico qual prodotto della fermentazione delle fronde e de' ramoscelli de' pini. Siffatta scoperta è tanto più importante, in quanto che essa ci somministra assai probabilmente la chiave onde spiegare la presenza di questo acido nelle formiche, e particolarmente in quelle specie, che non cibansi di alcuna sostanza, da cui possa formarsi l'acido formico.

La cute animale, la membrana mucosa dello stomaco, quella delle intestina, la sostanza della vescica orinaria, hanno moltissime proprietà comuni col glutine e col fermento. Nello stato fresco queste sostanze non hanno neanche la minima influenza sull'amido, e sullo zucchero di latte, ma per poche ore che sieno state nell'acqua o altrimenti esposte nell'aria, esse passano ad uno stato di scomposizione che le dà la facoltà di convertire con istraordinaria rapidità l'amido in zucchero, e lo zucchero di latte in acido lattico.

Da tempi immemorabili siffatta proprietà della membrana mucosa dello stomaco dei giovani vitelli è utilizzata per far coagulare il latte nella preparazione del formaggio, o, quel che è lo stesso, per effettuare la separazione del latte dalle rimanenti parti costitutive del latte.

Il formaggio deve la sua solubilità nel latte alla presenza del fosfato alcalino e dell'alcali libero, di

cui riconoscesi facilmente la esistenza, introducendo nel latte fresco la carta rossa di tornasole, che cambia il suo colore in azzurro. L'aggiunta di qualsiasi acido che porti via l'alcali, fa che la caseina si separi nel suo stato naturale insolubile. Questo acido indispensabile alla coagulazione del latte non vien aggiunto nella preparazione del formaggio, ma si provoca a spese dello zucchero di latte contenuto nel latte fresco. Una piccola quantità di acqua, che siasi lasciata per qualche ore, e durante la notte in contatto con un pezzettino di stomaco di vitello che serve di caglio, discioglie una quantità quasi imponderabile della membrana mucosa passata a scomposizione, e mescolandola col latte, non vien lo stato suo trasmesso al formaggio, circostanza qui di massima importanza, ma bensì allo zucchero di latte, gli elementi del quale convertonsi in acido lattico, e per la presenza di questo l'alcali viene neutralizzato ed il formaggio costretto a separarsi. Con carta di tornasole si può seguire questo processo per tutti i suoi stadii; la reazione alcalina del latte va cessando tosto che questo comincia a coagularsi; se il formaggio non vien subito separato dal siero, la formazione dell'acido lattico progredisce, il liquido diventa acido ed il formaggio passa anch'esso in iscomposizione.

Il formaggio fresco e bianco, che spremendolo ed aggiugnendovi del sale si è diligentemente sceverato dall'acqua e dallo zucchero di latte, è una

mescolanza di butiro e di cascina; esso contiene tutto il fosfato di calce ed una parte del fosfato di soda del latte; conservato in luoghi freschi soffre una serie di metamorfosi, le quali gli fanno acquistare proprietà affatto nuove; a poco a poco esso diventa trasparente, l'intera massa sua si ammollisce più o meno ed acquista una debole reazione acida, non che l'odore proprio del formaggio. Fresco esso è pochissimo solubile nell'acqua, ma abbandonato per due o tre anni a sè medesimo, l'acqua fresca allora lo scioglie quasi intieramente, in particolare se prima vien spogliato dal suo grasso, formando un liquido, il quale, come il latte, vien coagulato dall'acido acetico e dagli acidi minerali. Il formaggio insolubile, durante la così detta maturazione, fa ritorno ad uno stato somigliante a quello che aveva nel latte. La cascina conservasi inalterata nella specie di formaggi che quasi non hanno odore come quelli d'Inghilterra di Olanda della Svizzera ed i migliori di Francia; l'odore ed il sapore loro provengono dal butiro scomposto. Gli acidi non volatili, margarico ed oleico, e quelli volatili, cioè il butirico, il caprico ed il caproico, del butiro diventano liberi per iscomposizione dello zucchero dell'olio.

Il formaggio ripete il suo odore proprio di formaggio dall'acido butirico, la diversità del suo sapore piccante ed aromatico dipende dalle proporzioni in cui l'acido butirico, il caprico ed il caproico vi si trovano nello stato libero.

Il passaggio della caseina dallo stato insolubile a quello solubile è cagionato dalla scomposizione del fosfato di calce prodotta dall'acido margarico del butiro, formasi margarato di calce: mentre l'acido fosforico forma con la caseina una combinazione solubile nell'acqua.

Le specie più cattive di formaggio, e propriamente i formaggi magri, acquistano il loro odore da prodotti puzzolenti contenenti dello zolfo, che formansi per la scomposizione (putrefazione) della caseina. Trasmettendosi a questa i cambiamenti sopravvenuti, a cui son soggetti il butiro (nel processo di eremacausia o in questo caso dell'irrancidirsi come si suol dire) allo zucchero di latte ancora presente; cambiasi con la composizione diversa, come per se s'intende, anche la facoltà nutritiva della medesima. Spogliandola diligentemente dello zucchero di latte (del siero) ed esponendola, durante la così detta maturazione, all'influenza di una bassa temperatura noi soddisfacciamo alle principali condizioni, date le altre, onde preparare le migliori specie di formaggi *.

* La qualità del così squisito formaggio di Roquefort, preparato con latte di pecora, dipende esclusivamente dai locali in cui i formaggi spremuti vengono conservati durante il tempo della maturazione; son essi delle cantine le quali, comunicando con grotte nelle montagne o con fenditure di queste, si mantengono assai freschi (5 in 6 gradi) mercè le correnti aeree che ne derivano. Il prezzo di queste cantine varia in ragion diretta della

La differenza nel sapore e nell'odore delle varie specie di formaggi dipende dal metodo tenuto nella fabbricazione, dalla qualità del presame, dal sale aggiunto e dalle condizioni atmosferiche per la intera durata del trattamento; certo è, che la piante mangiate dagli animali, e particolarmente quelle aromatiche, non sono senza alcuna influenza, ma ch'è oltremodo subordinata alle altre. Il latte di vacca varia assai nella sua composizione nella primavera nella state e nell'autunno, ma ciò non produce alcuna sensibile differenza nei formaggi che da esso si fanno in una stessa contrada. Se la diversità delle piante vi esercita realmente una influenza, il medesimo terreno non può in tempi diversi somministrare formaggi di una stessa o simile qualità, appunto perchè le piante da cui proviene il latte sviluppano e fioriscono in stagioni diverse. I metodi nella fabbricazione sono, come lo scrittore di queste lettere se n'è accertato, in Chedder del tutto diversi da quelli osservati in Glocestershire e da questi differiscono ancora gli altri adoperati in quella contrada, donde vengono i formaggi di Stilton.

Ora il gaglio dei giovani vitelli, o la membra-

loro temperatura. GIRON (*Annales de chimie et de phys.*, XLV, p. 371), riferisce che una cantina, la cui costruzione non costava più di 12000 franchi, fu venduta per 215000 franchi. Uu tal prezzo potrebbe considerarsi come decisivo per la influenza, che la temperatura esercita sulla qualità dei formaggi.

na mucosa dello stomaco degli animali in generale, oltre alla sua facoltà di convertire lo zucchero di latte in acido lattico, acquista coll'intervento dell'acido muriatico debole la proprietà di rendere solubili o di liquefare le sostanze animali solide, e l'osservazione dei fenomeni che si producono, sparse una luce inaspettata sul processo della digestione nel corpo dell'animale vivente. Questa facoltà fluidificante appartiene a tutti i così detti eccitatori della fermentazione, in un certo stadio della loro scomposizione; abbiamo imparato già a conoscerla relativamente all'amido nell'estratto del malto e nel glutine; ma in siffatta proprietà entrambi sono superati di gran lunga dalla membrana mucosa dello stomaco. Se per qualche ora lasciamo un pezzettino di caglio nell'acqua calda, contenente una così tenue quantità di acido muriatico che appena acquista sapore acido, ne otteniamo un fluido che sulla carne cotta, sul glutine e sul bianco di uova indurito per cottura, produce lo stessissimo effetto, come il succo gastrico nello stomaco vivente, il quale al pari di questo fluido digestivo artificiale ha una reazione acida proveniente da acido muriatico, Esponendo alla temperatura di 37 gradi (che è quella del ventricolo), la carne muscolare o il bianco di uova indurito, i margini ne diventano subito mucosi e trasparenti, e di già dopo poche ore sono disciolti interamente in un fluido alquanto torbido per particelle di grasso. La virtù dis-

solvente, di cui l'acido muriatico è dotato per sè stesso, vien agevolata mercè una quantità appena ponderabile di membrana mucosa passata allo stato di scomposizione, e ciò a segno, che la soluzione si opera in un quinto del tempo che impiegherebbe ordinariamente. La fisiologia moderna ha dimostrato che in ogni digestione staccasi la membrana esteriore, l'*epithelium*, per la intera superficie dello stomaco; non è da dubitare affatto che la sostanza del medesimo a contatto coll'ossigeno, il quale vien portato allora in forma di aria schiumante racchiusa nella scialiva, soffra un cambiamento, in virtù del quale, tutto ciò che trovasi nello stomaco vi si discioglie e diventa liquido in brevissimo tempo.

Per qualche tempo si è creduto che la proprietà di accelerare la dissoluzione comunicata dalla membrana mucosa al liquido contenente acido muriatico, dipendesse dalla presenza di una sostanza particolare, da una specie di materia digestiva; la stessa idea si è avuta puranche della sostanza ricavata dall'estrazione del malto, per la quale l'amido vien convertito in zucchero, e si son dati perciò nomi particolari a siffatte materie. Ma ciò che chiamasi *pepsina* o *diastasi* non è altro che la parte della membrana mucosa o del glutine passato allo stato di scomposizione; il loro effetto al pari di quello del fermento dipende unicamente da siffatto stato.

Con un pezzo di membrana dello stomaco noi

possiamo in un certo stato di scomposizione portare a scioglimento una quantità di sostanze animali, in un altro stadio trasformiamo con esso l'amido in zucchero, lo zucchero in acido lattico, in mannite e muco, in alcool ed acido carbonico. Non altrimenti comportasi un estratto acquoso di malto fresco di orzo, in cui la colla di amido in pochi minuti può essere convertita in zucchero di uva; in pochi giorni ha di già perduto questa proprietà ed acquista l'altra, cioè di trasformare lo zucchero di uva in acido lattico, in mannite e gomma; dopo 8 o 10 giorni perdesi affatto anche questa attitudine, l'estratto s'intorbida e a contatto con zucchero opera la scomposizione dell'atomo di questo in alcool ed acido carbonico.

I fenomeni sopracennati, presi nel vero significato loro, pruovano che le metamorfosi e le scomposizioni che nei processi di fermentazione hanno luogo vengono cagionate da una materia, le cui minime particelle trovansi in uno stato di trasmutazione e di moto, il quale si propaga su gli altri circostanti atomi in riposo, di modo che anche in questi, dietro la principiata perturbazione dell'equilibrio nella chimica attrazione, gli elementi e gli atomi lasciano il sito loro, costituendosi in uno o più gruppi novelli.

Noi osserviamo che i prodotti formati nelle fermentazioni variano con la temperatura e con lo stato di trasmutamento, in cui trovansi le particelle del corpo che eccita la fermentazione; egli è

chiaro che il modo come gli atomi sonosi novellamente disposti, e dal quale dipendono la natura e le proprietà dei nuovi prodotti, sta in intima relazione con la direzione e con la intensità del movimento, nonchè col modo in cui questo opera.

Tutte le sostanze organiche inducono la fermentazione ovvero sono dei fermenti, tostochè sono passate a scomposizione; ciascun atomo organico propaga l'incominciata trasformazione ogni qual volta il corpo non per sè stesso abbia la facoltà di sospendere il movimento, opponendogli la forza di una sua inerente attività. La carne in putrefazione, il sangue, la bile, l'orina, la membrana mucosa dello stomaco partecipano della stessa facoltà, come le sostanze che rinvengonsi nelle parti o nel succo delle piante, le materie che inducono la fermentazione, tra le quali comprendonsi quegli atomi complessi, i quali pel solo contatto con l'ossigeno passano spontaneamente a scomposizione, posseggono proprietà che sono comuni a tutti; ognuna poi, presa individualmente, opera di per sè degli effetti particolari, pei quali distinguonsi genericamente le une dalle altre. Tali effetti stanno in intima relazione con la composizion loro. La caseina vegetabile delle mandorle opera sull'amido e sullo zucchero nella stessa guisa come il glutine od il fermento, però queste ultime due sostanze non hanno la facoltà di scomporre la salicina in saligenina e zucchero, nè tampoco l'amiddalina in acido prussico ed in olio

di mandorle amare. In modo simile le membrane animali acquistano in certi stati tutte le proprietà della caseina animale in fermentazione, ma questa poi non mostra veruna sensibile influenza sulla virtù dissolvente dell'acido muriatico, di rendere liquidi il bianco di uova indurito e la carne cotta.

Tutti i fenomeni della fermentazione presi insieme dimostrano la verità della sentenza già da lungo tempo enunziata da LAPLACE e BERTHOLLET « *che un atomo (molecola) posto in moto da qualsiasi forza può comunicare questo suo moto ad un altro atomo che gli sta a contatto.* » Questa è una legge di dinamica che ha il valore più generale, ogni qual volta la resistenza (*la forza, la forza vitale, la forza di affinità, la forza elettrica, la forza di coesione*), che si oppone al moto, non basta a sospenderlo.

Come cagione, prima non conosciuta, della forma e dei cambiamenti delle proprietà nelle chimiche combinazioni, la ricognizione di questa legge è il più grande ed il più stabile acquisto che lo studio della fermentazione abbia fatto alla scienza.

LETTERA XV.

La prima e la più importante cagione di tutte le metamorfosi o cambiamenti, a cui sono soggetti gli atomi organici, è, come fu detto nella lettera antecedente, l'azion chimica dell'ossigeno; la fermentazione o la putrefazione cominciano ad aver luogo solamente in seguito del già cominciato processo di eremacausia, esso termina ristabilendo uno stato di equilibrio; combinandosi l'ossigeno con uno degli elementi del corpo organico, distruggesi lo stato primitivo dell'equilibrio nella attrazione di tutti gli elementi; il corpo si disfà, ed equilibrandosi tutte le attrazioni, vien scomposto in una serie di nuovi prodotti, i quali, se nuove perturbazioni, nuove cagioni di cambiamento non sopraggiungono, non soffron più alcuna alterazione nelle proprietà loro.

Ma quantunque l'azione chimica, che gli elementi degli atomi organici possono svolgere tra

loro nell'atto della fermentazione e della putrefazione, si equilibri in maniera che tra le attrazioni dei prodotti novellamente formati, subentri uno stato di riposo; non pertanto un tal equilibrio non verificasi affatto rispettivamente all'attrazion loro per l'ossigeno. La chimica azione dell'ossigeno cessa soltanto allorchè la capacità degli elementi loro a combinarsi coll'ossigeno è appieno esaurita. Poichè l'azione chimica dell'ossigeno altro non è che la tendenza alla combinazione, siffatta tendenza, come da per sè è chiaro, non può esser paralizzata finchè per l'azione dell'ossigeno non siensi formati prodotti, ai quali manca affatto il potere di appropriarsene maggior quantità: in questo caso soltanto le loro proprie attrazioni trovansi in equilibrio con quelle dell'ossigeno.

La fermentazione o la putrefazione presenta il primo stadio del ritorno degli atomi organici più composti a combinazioni più semplici; col passaggio dei prodotti della fermentazione e della putrefazione a combinazioni aeriformi, mercè il processo della eremacausia, compiesi il giro: gli elementi degli esseri organici, i quali in origine, prima di prendere parte ai processi vitali, erano combinazioni coll'ossigeno, il carbonio e l'idrogeno, riassumono di bel nuovo la forma di combinazioni coll'ossigeno. Il processo della eremacausia è un processo di combustione che ha luogo alla temperatura ordinaria; in esso i prodotti della fermentazione e della putrefazione dei corpi pro-

venienti dagli animali o dalle piante combinansi lentamente coll'ossigeno dell'aria.

Veruno organismo, veruna parte di un animale o di una pianta, dopo la estinzione della forza vitale, ha la facoltà di resistere all'azione chimica, che l'aria e la umidità vi esercitano, poichè qualunque resistenza che di passaggio potevano opporre in qualità di veicoli e di mediatori delle manifestazioni della vita, cessa totalmente con la morte; gli elementi loro ricadono nell'illimitato potere delle forze chimiche.

Con la estirpazione delle primitive selve della America, con la facilità maggiore con cui perciò l'aria penetra nel suolo così ricco di residui vegetabili, cambiansi a poco a poco le sue proprietà; dopo una certa serie di anni non si trova più traccia veruna di cotesti residui. Ai tempi di Tacito la superficie della Germania trovavasi ricoperta di una selva impenetrabile; il suolo doveva aver avuto in quei tempi la stessa proprietà che ha la terra di recente dissodata delle primitive selve americane; ma tutti siffatti prodotti della vita vegetabile non esistono più per le nostre osservazioni. I milioni e milioni di corpi di testacei e di altri animali, i cui avanzi costituiscono interi strati nelle rocce, mercè la fermentazione, nonchè per la influenza continua dell'ossigeno, sono passati dopo la morte a combinazioni aeriformi, ed i gusci e le ossa loro, le parti costituenti di essi che non si sono distrutte, fanno testimonianza di una

vita, la quale continuamente si estingue e sempre mai si rinnova.

Soltanto nei luoghi o nelle posizioni, in cui all'ossigeno fu limitato o impedito l'accesso, come negli strati di torba e di carbon fossile, noi troviamo ancora gli avanzi riconoscibili delle vegetazioni antediluviane in uno stato di rallentata eremacausia.

Perchè cominci e compiasi il processo di eremacausia, ch'è un processo di ossidazione, è assolutamente indispensabile la presenza dell'acqua ed una temperatura adequata, affatto come nella fermentazione e nella putrefazione: il disseccamento o il freddo glaciale sospendono ogni processo di eremacausia e di fermentazione. Perchè la cominciata scomposizione spontanea venga comunicata da una particella all'altra, presupponesi un cambiamento di luogo, ovvero che siffatte particelle abbiano la facoltà di muoversi, ciò che l'acqua rende possibile e promuove; nella eremacausia influisce particolarmente una certa temperatura elevata a facilitare le combinazioni degli elementi coll'ossigeno dell'atmosfera.

Una quantità di materie organiche è atta a ricevere ossigeno nello stato umido; molte altre, e si può dire la massima parte, non posseggono affatto di per loro questa facoltà.

Se introduciamo segatura di legno bagnato o legno umido in un vaso con aria, tutte le proprietà di questa si alterano in brevissimo tempo, e se

dopo due o tre ore vi s'intromette un bruciolo acceso, questo vi si spegne, non altrimenti che se fosse immerso acceso nell'acqua. Da una più esatta ricerca risulta, che tutto l'ossigeno dell'aria sparisce compiutamente e che un egual volume di acido carbonico trovasi aver occupato il suo posto. Se l'aria contenente l'acido carbonico è tolta via e surrogata da altra aria fresca, il medesimo processo ha luogo di bel nuovo, l'ossigeno di essa convertesi in acido carbonico. Il cambiamento osservato nell'aria sarebbe stato appunto lo stesso, se avessimo accesi i pezzettini di legna e lasciatili in essa bruciare.

Nell'imbianchirsi dei colori all'aria, o nel così detto imbiancamento sull'erba, abbiamo una ampia applicazione tecnica del processo di eremacausia. Le tele di lino o di cotone consistono di fibra ordinaria legnosa, più o meno colorata, mercè sostanze eterogenee di origine organica, che trovavansi nella pianta, o furono adoperate nella manifattura. Bagnate con l'acqua ed esposte alla luce solare esse soffrono immediatamente in tutta la superficie un lento processo di combustione; l'ossigeno dell'aria che trovasi a contatto con il tessuto convertesi senza interruzione in acido carbonico. Il peso della stoffa diminuisce ad ogni istante, appunto perchè brucia, le materie coloranti spariscono a poco a poco, e con esse una considerevole quantità di fibra legnosa, mentre gli elementi loro entrano in combinazioni coll'os-

sigeno. Durando siffatta azione più a lungo, il tessuto perde tutta la sua coerenza e diventa una materia simile ai cenci pestati nelle fabbriche di carta, e continua a corrompersi, finchè durano le condizioni per l'assorbimento dell'ossigeno, ovvero quella per la eremacausia.

In modo del tutto analogo come il legno e come la parte priva di azoto, la quale costituisce principalmente le piante, comportansi puranche le parti che contengono l'azoto. La carne fresca, la feccia ordinaria della birra o del vino (uno dei primi prodotti della metamorfosi delle parti costituenti delle piante che contengono azoto e che devesi alla fermentazione), sottraggono all'aria il suo ossigeno, e le cedono, come il legno, un eguale volume di acido carbonico. Così nello sgombramento del cimitero degl' Innocenti dall'interno di Parigi fuori delle porte della città, trovossi la maggior parte dei cadaveri, sino alla profondità di 60 piedi, convertita apparentemente in grasso. La sostanza della cute, dei muscoli, quella della cellulare e dei tendini, era perfettamente sparita: solo le ossa ed il grasso dei cadaveri che più lungamente resistono alla corruzione vi si trovarono, e questo ultimo era rimasto in forma di acido margarico, da cui i fabbricanti di sapone in Parigi fabbricarono allora centinaia di cantaia di candele e sapone. Della carne che trovasi sospesa nell'acqua corrente o sepellita in un terreno umido, dopo un dato spazio di tempo,

non rimane altro che il grasso in essa contenuto.

Tutte le materie nell'atto che soggiacciono alla eremacausia comportansi nello stato umido nel modo stessissimo verso l'aria alla temperatura ordinaria, come se fossero state esposte secche al calore rovente; esse passano allo stato in cui possono ricevere l'ossigeno, ovvero si abbruciano.

Lo spirito di vino, altro prodotto della fermentazione di succhi vegetali zuccherini, non possiede affatto il potere di soggiacere alla eremacausia come questi; nello stato di purezza o mescolato con l'acqua esso finisce per evaporarsi esposto all'aria, ma non combinasi coll'ossigeno; si sa che a temperatura più elevata s'infiamma facilmente e brucia, producendo acido carbonico ed acqua: egli è chiaro, che i suoi elementi hanno una grande affinità per l'ossigeno, la temperatura più elevata altro non è che una condizione la quale ne favorisce la manifestazione. Nella guisa stessa come lo spirito di vino, comportansi il gas idrogeno e molti corpi combustibili; la loro affinità per l'ossigeno non si manifesta se non a certi gradi di calore.

Anche nel processo di eremacausia si è riconosciuta la mirabile influenza che una materia nell'atto in cui opera la sua trasformazione, o trovasi in attività, esercita sulle particelle vicine di una altra materia, la quale per sè sola non è atta a soffrire lo stesso stato di trasmutazione, di cambiamento o di attività.

Quindi molte materie in contatto con una sostanza che soggiace all'eremacausia, mostrano alla temperatura ordinaria un'affinità per l'ossigeno, formando con esso una combinazione, la quale altrimenti non si effettuirebbe che per un più elevato grado di calore. La facoltà di assorbire l'ossigeno, che ha un corpo in eremacausia, comunicasi a tutte le materie che con esso trovansi a contatto; la loro affinità accrescesi in virtù dell'attività propria del corpo, e la loro combinazione coll'ossigeno ne vien agevolata in un modo, che non ispiegasi altrimenti che paragonandolo al modo con cui opera il calore. Il contatto con una materia che già soffre la eremacausia, è la principal condizione per la quale passano allo stesso stato tutte le altre sostanze organiche che mancano del potere di combinarsi coll'ossigeno alla temperatura ordinaria. Mentre operasi la combinazione dei loro elementi coll'ossigeno, aumentasi perciò la temperatura delle materie in eremacausia e diventa maggiore di quello del mezzo ambiente; ma per qoanto sia grande la influenza, che il calorico esercita sull'accelerazione del fenomeno, non è pertanto il calorico, come in altri chimici processi, la cagione per la quale gli elementi manifestano l'affinità per l'ossigeno.

Se in una boccia ripiena di aria atmosferica, a cui siasi aggiunta una certa quantità di gas idrogeno, sospendesi un sacchettino di tela contenente segatura umida, seta, terra vegetabile, ecc.,

queste sostanze continuano a soffrire la eremacausia non altrimenti come nell'aria libera, trasformando l'ambiente gas ossigeno in acido carbonico; ma la cosa più degna di esser notata è, che anche l'aggiunto gas idrogeno soffre la stessa metamorfosi, ossia che a contatto con queste sostanze, mentre soggiacciono alla eremacausia, acquista la facoltà di combinarsi alla temperatura ordinaria coll'ossigeno. Se vi è ossigeno in sufficiente quantità, l'idrogeno tutto vien riconvertito in acqua.

Nel modo stessissimo dell'idrogeno comportansi altri gas infiammabili semplici e composti. Il vapore dello spirito di vino, p. es., in un recipiente che contenga legna od altre sostanze in eremacausia, prende l'ossigeno dell'aria, come il gas idrogeno, tramutasi in aldeide, indi in acido acetico, il quale diventando liquido, si sottrae alla consecutiva influenza dell' ossigeno. Su queste proprietà delle sostanze in atto di eremacausia di aumentare le attrazioni per l'ossigeno di tutti i corpi organici e propriamente quella dello spirito di vino, fondasi la così detta sollecita fabbricazione dell'aceto.

Mentre a cagione dell'imperfetto accesso dell'aria, altre volte ci volevano settimane e mesi, per convertire i liquidi fermentati in aceto, ora si è pervenuto a trasformare in aceto lo spirito di vino, in meno di ventiquattr'ore. Ciò ottiensi soprattutto, facendo passare lentamente l'acquavite

allungata con acqua per botti piene di brucioli sminuzzati, tra i quali circola nel tempo stesso una debole corrente di aria. Mercè questa disposizione la superficie dello spirito di vino, atta a ricevere ossigeno, trovasi, in paragone dell'antico metodo, ingrandita le migliaia e migliaia di volte: la natural conseguenza di ciò è che il tempo ne vien per altrettanto abbreviato. In sul principio che i così detti acetificatori vengono posti in opera, aggiungonsi ordinariamente all'acquavite piccole quantità di quelle materie che contengono sostanze atte a pruovare la eremacausia, come il condimento di birra, il mele, l'aceto non del tutto formato ecc.; ma ben presto la superficie stessa del legno si dispone a ricevere ossigeno, e da questo istante promuove il passaggio dell'acquavite in aceto, senza che a ciò cooperino più altre sostanze in eramacausia.

Le nostre cognizioni, intorno al modo come comportansi le materie mentre soggiacciono alla cremacausia, non saranno adesso difficili ad applicarsi alla fabbricazione della birra e del vino. Le proprietà della birra e del vino di convertirsi in aceto al contatto dell'aria consiste sempre mai nella presenza di sostanze eterogenee delle quali la capacità a ricevere ossigeno si trasmette alle particelle di spirito di vino con cui trovansi a contatto; rimuovendole si toglie ogni capacità d'inacidirsi al vino ed alla birra.

Nel succo delle uve povere di zucchero, ter-

minata che sia la fermentazione e scomposto che siasi lo zucchero contenutovi, in acido carbonico e spirito di vino, rimane una quantità considerabile di parti costituenti che contengono azoto e serbano le proprietà stesse, che nel succo avevano prima della fermentazione. Nel succo delle uve delle zone meridionali ricco di zucchero vi ha luogo la relazione inversa, rimanendovi non iscomposta una quantità di zucchero dopo che la intera sostanza contenente azoto si è separata totalmente nella feccia in istato insolubile. Questi ultimi vini alteransi pochissimo all'aria; di essi acidificansi i soli vini rossi, dei quali facilmente la materia colorante soffre alterazioni e fa al contatto dell'aria le veci delle parti costituenti che contengono azoto.

Le parti costituenti del succo delle uve che contengono azoto e che rimangono dopo la fermentazione, sono i sopra menzionati eccitatori della fermentazione dello zucchero; dopo che questo è stato rimosso, esse esercitano sull'alcool la stessa influenza, che vi esercita il legno nello stato di eremacausia, eccitando e menando ad effetto il processo di acidificazione ch'è già cominciato.

L'affinità per l'ossigeno di siffatte sostanze è grandissima; nel breve tempo impiegato a travasare il vino da una botte all'altra, esse traggono ossigeno dall'aria, fan sì che il vino passi allo stato di acidificazione, la quale incessantemente progredisce, se l'arte non vi rimedia a tempo. E-

gli è noto che ciò ottiensi mercè dello zolfo. Nella botte destinata a ricevere il vino si abbrucia una scheggia di legno coperto da uno strato di zolfo, l'aria contenutavi perde perciò il suo ossigeno, formasi una quantità di acido solforoso eguale al volume di esso, ed il gas così formato vien avidamente assorbito dalla superficie umida della botte. L'acido solforoso ha per l'ossigeno una affinità più grande di quella ve l'abbiano le sostanze contenute nel vino e che eccitano la sua acetificazione; mentre dalla superficie interna della botte esso diffondesi a poco a poco al vino travasato, spogliando quelle sostanze ed il liquido stesso interamente dell'ossigeno preso dall'aria, il vino ritorna allo stato in cui trovavasi prima di essersi imbottato. L'acido solforoso trovasi nel vino convertito in acido solforico.

Durante il tempo che il vino posa, ha luogo a traverso le pareti legnose delle botti un continuato, benchè lento scambio di aria, ovvero, ciò che è lo stesso, il vino trovasi senza interruzione in contatto con una piccolissima quantità di ossigeno, onde avviene che, dopo un certo tempo, la intera quantità della sostanza eccitante l'acidificazione nel vino, si separa in forma di feccia ordinaria (*Unterhefe* dei tedeschi).

La segregazione della feccia del vino e della birra, durante la fermentazione del succo dell'uva o del condimento della birra, si opera dietro un assorbimento di ossigeno, ovvero, ciò che vale lo

stesso, in virtù di un processo di ossidazione che avviene nell'interno del fluido in fermentazione. La parte costituente dell'orzo che contiene azoto è per sè stessa insolubile nell'acqua; nella preparazione del malto, mentre germoglia il grano, essa diventavi solubile, ed acquista le stesse qualità che sin da principio ha la parte costituente del succo delle uve che contiene azoto.

Assorbendo ossigeno, entrambe perdono la loro solubilità nel vino o nella birra. Secondo le migliori analisi a tal uopo eseguite, la feccia del vino e della birra è assai più ricca di ossigeno che le materie contenenti azoto, dalle quali essa trae l'origin sua.

Sintanto che si trovano ancora nel liquido particelle di zucchero in fermentazione, accanto a queste materie, egli è il liquido stesso, che scomponendo l'acqua, o una piccola porzione di zucchero, somministra l'ossigeno necessario a convertirle in feccia: siffatto processo di ossidazione nell'interno del liquido, che ne promuove la separazione, trova il suo limite tosto ch'è sparito lo zucchero; ma si rinnova se il liquido, aggiungendovi altro zucchero, è rimesso nella condizione in cui può novellamente fermentare; di più avrà luogo di bel nuovo se la superficie del fluido si lascia al contatto dell'aria: in questo ultimo caso la separazione di esse si opera a scapito dell'ossigeno dell'aria e quindi dietro un processo di eremacausia.

Pocanzi abbiam detto, che trovandosi queste materie contenenti azoto accanto all'alcool, ed avendovi l'aria sufficiente accesso, venga da ciò determinata la trasformazione dell'alcool in acido acetico; la diversa affinità, che han per l'ossigeno, è la sola cagione, che nel posarsi del vino, ove l'accesso dell aria è assai scarso, se ne ossidi soltanto la parte costituente che contiene azoto e non già nel tempo stesso ancora l'alcool; in vasi aperti il vino si sarebbe in questo caso convertito in aceto.

Chiaramente risulta da quanto abbiam esposto, che, trovandosi per avventura a nostra disposizione un mezzo onde impedire l'ossidazione dell'alcool, ovvero il suo passaggio in acido acetico, quantunque esposto al libero accesso dell'aria o dell'ossigeno, noi con tal mezzo saremmo in istato di dare al vino ed alla birra una illimitata durata, maturandoli perfettamente in brevissimo tempo. Poichè sotto tali circostanze tutte le materie cagionanti l'acescenza del vino e della birra, combinerebbonsi coll'ossigeno separandosi in istato insolubile. Mercè la rimozione di esse l'alcool perderebbe affatto la facoltà di ricevere ossigeno.

Un tal mezzo l'arte sperimentale rinvenne in una bassa temperatura, e quindi si è formato, particolarmente in Baviera, un metodo di fermentazione, a cui la più perfetta teorica difficilmente avrebbe potuto condurre in modo più semplice, più sicuro e più soddisfacente ai principî della scienza.

La trasformazione dell'alcool in acido acetico, mercè il contatto di una sostanza in eremacausia, succede nel più breve tempo alla temperatura di 35 gradi; al di sotto di questa, l'affinità dell'alcool per l'ossigeno diminuisce; alla temperatura di 8 in 10 gradi (del termometro centigrado) non ha più luogo veruna combinazione sotto tali circostanze; intanto la tendenza delle materie contenenti azoto di assorbire ossigeno, non è molto sensibilmente indebolita a siffatta bassa temperatura.

Egli è perciò chiaro, che se il condimento della birra, come appunto si pratica in Baviera, si abbandona alla fermentazione in larghi vasi aperti, che concedono all'ossigeno libero accesso, e propriamente in un luogo la cui temperatura non oltrepassa 8 o 10 gradi, vi ha luogo ad un tempo, nell'interno ed alla superficie del liquido, una separazione delle sostanze che cagionano l'acescenza. Il chiarificarsi della birra è il segno, da cui si conosce che non vi ha più veruna consecutiva separazione, che queste materie sian rimosse e con esse le cagioni dell'acescenza. La perfetta segregazione delle medesime, conforme alla teorica, dipende dalla esperienza e dall'abilità del birraio; essa riesce soltanto in alcuni casi, come facilmente si può intendere; sempre però applicando questo metodo di fermentazione, si avrà una birra che per durata e per bontà supera di gran lunga quella ordinaria.

Manifesta è l'alta importanza dell'applicazione di questi principî ad una più ragionata preparazione del vino, nè può in alcun modo esser contrastata; la cognizione imperfetta o la ignoranza dei medesimi è indubitatamente la cagione per cui siffatto metodo di fermentazione non abbia già da lungo tempo procurato all'arte di preparare i vini i grandi vantaggi, che se ne debbono aspettare; poichè il vino preparato secondo il medesimo metodo starà al vino ordinario, come una buona birra di Baviera sta alla birra ordinaria, benchè alla preparazione tanto dell'una che dell'altra abbia servito la quantità stessa di *malto* e di luppoli. Il vino deve necessariamente in tal modo acquistare la stessa maturità e bontà, che altrimenti non acquista, se non dopo molti anni di conservazione. Riflettendo, che la preparaziono del vino cade nel finire di ottobre, perciò appunto nella stagione fresca tanto favorevole alla fermentazione della birra, che per essa non richiedonsi altre condizioni fuor che una cantina ben fresca e vasi larghi ed aperti, e che il pericolo dell'acescenza è ad ogni circostanza molto minore nel vino che nella birra, potrassi con ogni certezza contare sur un buon successo *.

* Uno dei più intelligenti economi rurali e produttori di vino del Gran Ducato di Baden, il Barone di Babo, mi scrisse in aprile 1843 quanto siegue. » Intorno al trattamento del mio vino rosso nel passato autunno, secondo il metodo di fermentazione bavarese, posso an-

Affatto contraria a questi principî si fa succedere, nelle vicinanze del Reno ed altrove, la fermentazione del vino non in cantine fresche, ma bensì in locali aperti, non bastantemente profondi e perciò troppo caldi, ed intercettasi ogni accesso all'aria, durante la fermentazione, per mezzo di canne di latta le quali mercè dell'acqua sono ermeticamente chiuse. In ogni caso queste canne son perciò di nocumento alla qualità del vino, e non debbonsi considerare se non qual'invenzione inutile e senza scopo di qualche testa oziosa, e che si imita senza rendersene ragione alcuna.

---

nunziarle, ch'ebbe di nuovo un ottimo successo. I nostri pratici coltivatori di viti non possono di ciò persuadersi, quantunque sia chiaro, che siffatto procedere, il quale offre tanti utili e riconosciuti risultamenti per la birra, debba offrire indubitamente gli stessi vantaggi pel vino ». Una pruova che il signor di Babo fece nell'autunno 1841 sul vino rosso riuscì egualmente bene particolarmente nel colore. Doveva temersi che la fermentazione del vino rosso potesse per avventura trovare qualche ostacolo a riuscirvi, ma dopo questi felici risultamenti io tengo siffatto metodo capace della più generale applicazione.

LETTERA XVI.

Le proprietà delle materie organiche di passare alla eremacausia ed alla putrefazione al contatto con l'aria, e di eccitare in conseguenza di questo stato la fermentazione e la eremacausia in altre sostanze, viene in tutte, senza eccezione, distrutta mercè la temperatura dell'acqua bollente. Questa è certamente la più convincente pruova, che il facile alterarsi di siffatte materie dipende da un certo modo di ordinamento dei loro atomi. Basta ricordarsi della coagulazione dell'albume mercè il calore, onde convincerci, come operi qui il calore. La maggior parte dei così detti eccitatori della fermentazione, hanno una composizione simile a quella dell'albume, ed in temperature più elevate assumono uno stato novello.

Lasciando delle mandorle dolci dibucciate per soli pochi istanti nell'acqua bollente, l'azion loro sull'amiddalina è totalmente distrutta. Nel latte

di mandorle riscaldato al punto di ebollizione essa sciogliesi senza veruna alterazione. Il malto bollito ha perduto ogni sua proprietà di convertire l'amido in zucchero.

Dopo due o tre giorni il latte fresco animale coagulasi in quella massa gelatinosa che ognuno conosce. Facendola però riscaldare in ogni giorno insino al suo punto di ebollizione, conservasi per un tempo illimitato. Lo stato di scomposizione, a cui la caseina disciolta passa al contatto dell'aria, è affatto interrotto alla temperatura dell'ebollizione; a provocarlo di nuovo, ora è necessario che l'ossigeno operi più a lungo sur esso. Nel modo stesso comportasi il succo delle uve tanto alterabile, o qualunque altro liquido capace di fermentare: al punto di ebollizione cessa ogni loro fermentazione; onde far fermentare nel più breve tempo l'estratto bollito del malto, è necessario aggiugnervi del lievito, ovvero una sostanza già passata allo stato di scomposizione.

Facilmente vi convincerete, che, se in una sostanza capace di passare in putrefazione, in fermentazione ed in eremacausia, venga distrutto, mercè una più elevata temperatura, lo stato particolare, a cui passò pel contatto con l'aria, momentaneo che avesse potuto essere, e se poscia escludesi l'ossigeno, perchè prima ed unica cagione a ripristinarlo, la sostanza stessa dovrà conservare per tempi illimitati quel suo carattere, nonchè le proprietà tutte che possedeva nell'at-

to dell'ebollizione. La materia per sè stessa non ha affatto la facoltà di muoversi; senza che una cagione esterna operi sugli atomi, nessuno di questi cambia sito, nessuno soffre alterazione alcuna nelle sue proprietà.

Riempiasi di succo di uva un fiasco e chiudasi questo ermeticamente, indi poi depongasi il medesimo per alcune ore, o per tanto tempo nell'acqua bollente, sin che abbia acquistato il calore dell'ebollizione; la piccola quantità di ossigeno ch'era rimasta rinchiusa coll'aria nel fiasco vien assorbita durante la ebollizione dalle parti costituenti il succo, e con ciò vien rimossa la cagione di ogni consecutivo disturbo: il succo cessa di fermentare, riman dolce, e conserva questo stato sin che non venga aperto il fiasco ed il succo posto nuovamente al contatto dell'aria. Da questo momento ricomincia la stessa alterazione che soffre il succo fresco; poche ore dopo essa ritrovasi in piena fermentazione, la quale mediante la ebollizione può essere interrotta e sospesa parimenti come prima.

Queste esperienze, che hanno un eguale valore per tutte le materie organiche, senza alcuna eccezione, menarono alle più belle applicazioni. Mentre altre volte nei lunghi viaggi marittimi l'equipaggio ed i viaggiatori erano limitati ai soli cibi salati e fumicati, per cui molto ne soffriva la loro salute, mentre che migliaia di uomini perdevano per lo passato la vita per semplice mancan-

za di cibi freschi, assolutamente indispensabile nelle malattie, tutti questi incomodi o pericoli oggidì diventano sempre più rari. È questo al certo uno dei più grandi beneficii che la scienza abbia fatto alla vita per mezzo di Gay-Lussac.

In Leith vicino Edimburgo, in Aberdeen, in Bordò e Marsiglia, ed anche in Germania, si sono aperte vastissime case cucinarie, nelle quali si preparano, con ogni pulitezza, zuppe, legumi, cibi di carne di ogni sorta, e si spediscono a qualunque distanza. I cibi preparati rinchiudonsi in scatola di latta, di cui saldasi quindi ermeticamente il coperchio ed espongonsi alla temperatura dell'acqua bollente in un forno a ciò adattato. Se questa temperie di calore ha penetrata la massa rinchiusa sino al centro (ciocchè, bollendo le scatole nell'acqua, richiede sempre da tre in quattro ore di tempo) si può dire che questi cibi abbiano una eterna durata. Aprendo dopo anni le scatole, il contenuto appare tal quale era al momento, che vi fu rinchiuso; il calore delle carni e dei legumi, il loro sapore e l'odore non sono punto alterati. Questo prezioso metodo di conservazione fu introdotto presso molte famiglie di questa contrada, in Francoforte e Darmstadt, e procurò alle donne di casa il mezzo di abbellire nell'inverno la tavola con gli erbaggi più rari della primavera e dell'estate, non che di vivande di carne e di altri cibi che si possono avere soltanto in certe stagioni dell'anno. Grandissima importanza acquisterà questo procedere

particolarmente per le provigioni de'viveri che si conservano nelle fortezze, giacchè la perdita cagionata dalla vendita delle vecchie provigioni, e dalla compra delle nuove, propriamente di carni (presciutti ecc.), supera di gran lunga il valore delle scatole, le quali inoltre diligentemente nettate, possono ancora servire ripetute volte.

Non posso terminare queste lunghe consideranі sui fenomeni tanto singolari, che presentansi dietro la morte delle piante e degli animali, senza accennare le opinioni che alcuni naturalisti, ed in preferenza medici, si han formato circa la cagione, da cui derivano.

Questi cioè ritengono la fermentazione, ossia la decadenza degli atomi vegetabili più complessi in combinazioni più semplici, qual effetto delle vitali manifestazioni di esseri vegetabili, e la putrefazione, od il medesimo processo in sostanze animali, come effetto dello sviluppo o della presenza di esseri animali. La scomposizione dell'atomo dello zucchero in alcool ed in acido carbonico, avviene secondo essi dacchè una specie di pianta d'ordine inferiore, un vero fungo, venga a nascere ed a costituire la feccia; la putrefazione delle sostanze animali la ripetono da animali microscopici, che nella maggior parte dei casi vi furono rinvenuti.

Egli sarebbe possibile che la feccia o quelli animali soffrissero questi processi di trasformazione in quanto che lo zucchero servirebbe di alimento ai funghi della feccia o le sostanze animali putre-

scenti agli animali; in tal caso i nuovi prodotti della fermentazione e della putrefazione sarebbero prodotti della forza vitale di siffatte piante od animali, paragonabili agli escrementi liquidi, solidi ed aeriformi di piante od animali di classi più elevate; sarebbe inoltre possibile, che la forza di coesione negli atomi organici d'ordine più elevato venisse distrutta pel contatto di questi viventi eccitatori della fermentazione, ossia che in seguito di un'azione della forza vitale in essi operante dal di dentro al di fuori, venisse turbata la chimica affinità degli atomi composti e data una nuova direzione all'attrazione degli atomi stessi. Questi due modi di spiegazione sono ipotesi, che prima di stabilire o di ammettere siffatta teorica della fermentazione, avrebbonsi dovuto esaminare con ogni attenzione. La semplice osservata presenza di funghi o di animali nelle materie in fermentazione o in putrefazione non può valere come spiegazione di un fenomeno, appunto perchè il principio e la cagione del medesimo devesi prima di ogni altro rinvenire nella chiara discussione del modo in cui questi funghi ed animali producono il fenomeno. Tutto ciò si è appieno trascurato finora, e la fermentazione e la putrefazione, ammettendo questa teorica, rimangono egualmente oscure, anzi più oscure ancora di quanto abbiano mai potuto essere.

Di già per cagion del metodo che vi ha condotto, questa foggia di vedere è da rigettarsi. Basta

solo rammentarci che si attribuì all'organismo animale la facoltà di produrre la calce nelle ossa e ne' gusci delle uova, l'acido fosforico nel cervello, il ferro nella sostanza colorante del sangue (ematina), da materie le quali nemmeno si seppe dinotare con un nome, e che oggidì, che siffatte materie sonosi sempremai trovate come parti costituenti del cibo, la loro presenza nell'organismo cessò di essere un enigma. L'attribuire alla forza generatrice della natura gli alcali delle ceneri dei vegatabili od i pesci de' luoghi ove prima non se ne trovarono, oppure le piante sviluppate in un terreno, che non si sospettò mai contenerne i semi, sono tutti principî che appartengono ai tempi in cui la investigazione della natura trovavasi ancora nella sua infanzia, ma che ai tempi odierni non son più degne del naturalista. Costui deve occuparsi a diffondere la luce e le chiare idee, non già a creare le tenebre. Ancorchè i funghi avessero la facoltà di procurare la fermentazione e di scomporre per esempio lo zucchero in alcool ed in acido carbonico, si spiegherebbe che un tal principio sarebbe plausibile; ma nessun vero fungo gode di tale proprietà mentre trovasi in vita. Il sedimento contiene carbonio ed azoto nella stessa proporzione come le parti costituenti il sangue; nessun vero fungo ha questa composizione. Nel succo delle uve e del decotto dell'orzo tallito non vi è sedimento, poichè questo si produce solo nella fermentazione. Ora se la fermentazione è l'effetto

dello sviluppo, della crescenza, della propagazione dei funghi, qual è dunque la cagione che fa sì che lo zucchero puro entri in fermentazione mercè il contatto acquistato con il sedimento bello e formato e composto di funghi sviluppati che più non crescono? Donde avvien in tal caso che la fermentazione si operi non perchè essi continuano a moltiplicarsi ed a crescere, ma perchè spariscono? La fermentazione del vino e della birra non è un fenomeno isolato e particolare, ma l'una e l'altra sono solamente singoli casi di altri infiniti fenomeni che appartengono alla classe stessa. Perciò non sarà permesso da imperfette osservazioni e da ipotesi totalmente arbitrarie, poggiate soltanto su questi due casi, conchiudere sull'ultima cagione del fenomeno in tutti gli altri casi. La caseina animale opera, come il sedimento, la scomposizione dello zucchero in alcool ed acido carbonico; il latte di mandorle possiede la stessissima proprietà, ed in nessuno di questi due ultimi casi, osservasi che questi eccitatori della fermentazioni presentino in alcun periodo le forme del sedimento del vino e della birra, e che somigliano quelle degli spori di molti funghi. Si dimentica in tutto, che i nuovi prodotti formati dagli elementi delle materie in putrefazione od in fermentazione variano a misura che la temperatura e le altre condizioni non sono più le stesse; e che la scomposizione dello zucchero in alcool ed acido carbonico, oppure in acido lattico, in mannite, in acido

butirico od in olio di patate (Fuselöl), deve avere una sola e medesima cagione; e che gli eccitatori di questi differenti modi di scomposizione non hanno in tutti i casi, nelle loro proprietà esterne, somiglianza alcuna con certi esseri vegetabili inferiori. Se la fermentazione fosse l'effetto della manifestazione di vita, gli eccitatori di essa dovrebbero necessariamente avere in tutte le fermentazioni una forma organizzata.

Rispetto all'opinione che la putrefazione delle sostanze animali sia prodotta da animali microscopici, essa può paragonarsi all'idea di un fanciullo che attribuisce la cascata del Reno ed il suo rapido corso, ai molti mulini sul fiume presso Magonza, che con la forza delle loro ruote muovono l'acqua verso Bringhen.

Potrassi mai permettere di ravvisar piante ed animali come cagioni di effetti, attribuir loro che annientino e distruggano i corpi di piante e di animali, se essi medesimi e le loro parti proprie costituenti vanno a soccumbere ai medesimi processi di distruzione?

Se il fungo è la cagione della distruzione della quercia, se l'animale microscopico è la cagione della putrefazione di un elefante morto, quale sarà quella della putrefazione del fungo stesso? qual sarà quella della putrefazione e della eremacausia dell'animale microscopico, quando l'uno e l'altro hanno cessato di vivere? Poichè anche essi fermentano, entrano in putrefazione ed in eremacau-

sia, e spariscono al pari dell'albero e del grande animale, danno qual finale risultamento i medesimi prodotti!

È impossibile abbracciare questa opinione, riflettendo, che la presenza di animali microscopici nelle materie in putrefazione è appieno fortuita; che il più delle volte se ne può impedire l'apparizione, privandole della luce; che queste materie possono entrare in putrefazioue ed in cremacausia senza che vi sia cooperazione veruna da parte dei medesimi; che in mille casi nè l'orina putrescente, nè il formaggio, nè la bile, nè il sangue presentano mai animale alcuno di questa sorta, e che in altri casi essi non appariscono se non quando la putrefazione o la fermentazione è già da lungo tempo cominciata.

Il voler derivare la putrefazione dalla presenza di animali microscopici, sarebbe lo stesso che volere attribuire lo stato di scomposizione degli escrementi o del formaggio, agli scarafaggi. che hanno per assegnati questi escrementi onde cibarsene, oppure ai vermi che rinvengonsi nel formaggio.

La presenza di animali microscopici che molte volte osservansi, in quantità così enormi, nelle materie che trovansi in atto di eremacausia, di per sè non deve sorprendere, perchè questi animali trovano evidentemente riunite in siffatte materie le condizioni pel loro vitto e sviluppo. L'apparizione loro non è più maravigliosa del prolungato pas-

saggio dei salmoni dal mare alla volta dei fiumi, o il nascere delle piante saline nelle vicinanze delle saline. La differenza sta in ciò, che in questi ultimi casi possiamo seguitarne la traccia, mentre i germi dei funghi e le uova degl' infusori si sottraggono alla nostra osservazione, per cagione della estrema lor piccolezza e della vastità dell' oceano aereo in cui trovansi disseminati. Essi debbono presentarsi in tutt' i luoghi ove non trovano ostacoli che oppongansi allo sviluppo del loro germe o a quello delle uova.

Egli è certo che la loro presenza accelera oltre modo la eremacausia; la nutrizione loro fa anzi supporre che essi impieghino le parti del corpo animale allo sviluppo del proprio; la più celere distruzione del corpo deve esserne l'immediata conseguenza. Sappiamo che da un solo individuo ne nascono molte migliaia in brevissimo tempo, e che l'accrescimento e lo sviluppo loro è ristretto in certi limiti. Giunti che sono ad una data grandezza essi non aumentano più il proprio corpo, ma non cessano perciò di cibarsi. Ora che diviene, si può chiedere, questo cibo che più non ingrandisce il corpo? Non deve esso soffrire nell'organismo loro un'alterazione simile a quella che soffre un pezzo di carne od un osso che diamo ad un cane il quale ha cessato di crescere ed il cui corpo non è capace di ricevere altro peso? Noi sappiamo positivamente che il cibo ha servito al cane per sostenere i processi di vita, e

che nel suo corpo gli elementi di siffatto cibo assumono la forma di acido carbonico e di urea, la quale evacuata dal corpo scomponesi rapidamente in acido carbonico ed in ammoniaca. Questo cibo prova dunque nell'organismo la stessa alterazione, che proverebbe abbruciandolo secco in un forno; esso abbrucia lentamente nel corpo del cane.

Lo stesso processo ha luogo nelle sostanze animali in atto di eremacausia; esse servono di nutrimento agli animaletti microscopici, ne' corpi dei quali i loro elementi abbruciansi lentamente. Quando il lor cibo è consumato muoiono questi animaletti, ed i loro corpi soffrono la putrefazione e la eremacausia, e forse possono servire di sviluppo a nuove generazioni di altri esseri microscopici. Ma il fatto è tuttavia e sarà sempre un processo di combustione, in cui gli elementi del corpo primitivo, prima di combinarsi coll'ossigeno, divennero parti costituenti di esseri viventi ed in cui gli elementi hanno percorsa una serie di combinazioni intermedie, prima di scomporsi negli ultimi prodotti del processo di eremacausia. Ma le parti costituenti degli animali, che combinansi nel corpo coll'ossigeno, non appartengono più al corpo vivente. Durante la putrefazione propriamente detta, ovvero durante la scomposizione delle sostanze animali, che si opera in esclusione dell'ossigeno, sviluppansi dei gas (idrogeno solforato) i quali hanno un'azione venefica, e fanno

anche prontamente terminare la vita degli animali microscopici. Non rinvengonsi mai animali microscopici negli escrementi umani allorchè trovansi in putrefazione, mentre che gli stessi presentansi in gran quantità, nei casi in cui gli escrementi passano allo stato di eremacausia.

Una saggia disposizione della natura ha assegnato al mondo degli animali microscopici per alimento i corpi morti degli esseri organici più elevati, e creò in esso il mezzo di restringere nel più breve tempo possibile la influenza perniciosa, che i prodotti della putrefazione e della eremacausia esercitano sulla vita degli animali di ordine superiore. Le scoperte più recenti fatte a tal proposito, sono tanto maravigliose e tanto straordinarie, che meritano di esser meglio conosciute dal pubblico. Già Rumford aveva osservato che il cotone, la seta, la lana ed altri corpi organici esposti alla luce solare in un vaso pieno di acqua, davano luogo, dopo tre o quattro giorni, ad uno sviluppo di gas ossigeno puro. Coll' apparizione delle prime bolle di gas l'acqua tingesi di un colore verdiccio, e mostra sotto al microscopio una prodigiosa moltitudine di piccoli animaletti rotondi che danno quel colore all'acqua. Nè di conferve nè di altre piante, che avrebbero potuto cagionare lo sviluppo dell'ossigeno, rinvenivasi traccia veruna.

Queste osservazioni fatte settant'anni addietro furono in seguito tratte dall'obblio mercè alcune recenti scoverte.

Nelle casse dell'acqua salata formasi, nelle saline di Rodenberg nell'Assia Elettorale, una massa mucosa, trasparente, che ne copre il fondo, all'altezza di uno o due pollici, frammista per ogni dove di grosse bolle di aria, le quali innalzansi in gran quantità, appena con un bastone rompesi la pellicola che le racchiude. Secondo le ricerche di Pfankuch questo gas non è altro che ossigeno, tanto puro che un fuscellino appena in ignizione vi brucia con fiamma, ciò che fu confermato anche da Wöhler. Esaminando questa massa col microscopio, Wöhler la trovò composta quasi intieramente di viventi infusorii delle specie *Navicula* e *Gaillonella*, quali rinvengonsi nel tufo selcioso di Franzensbad e nelle formazioni papiracee di Freiberg. Lavata e poi disseccata, siffatta materia diede dell'ammoniaca con la calcinazione, lasciando dietro una cenere bianca, composta degli scheletri silicei di questi animali, che mostrarono ancora così distintamente la forma loro da esser creduti un muco fresco privo solamente di moto. Quasi contemporaneamente i signori C. ed A. Morren (Memorie dell'accademia di Brusselles 1841) mostrarono, che mercè la cooperazione di certe condizioni organiche, sviluppasi dall'acqua un gas, il quale contiene insino a sessantuno per cento di ossigeno, e che il fenomeno stesso devesi attribuire al *Glamidomonas pulvisculus* (Ehrenberg) nonchè a certi animaletti verdi o rossi appartenenti ad una classe anche

inferiore. L'autore di queste lettere approfittossi dell'occasione che gli offrì l'acqua di una riserva del suo giardino, colorita in verde da varie specie d'infusorî, onde convincersi della verità di questi notabili fatti. Egli fece passare di questa acqua a traverso uno staccio molto fino per separarne tutte le conferve o altre materie vegetabili, indi empiutone un bicchiero, lo capovolse, affinchè la sua apertura venisse dall'acqua stessa chiusa ermeticamente, e lo espose quindi ai raggi solari. Dopo due settimane si erano già raccolti nel bicchiero più di 30 pollici cubici di gas ossigeno puro a segno che un fuscello di legna appena con un punto incandescente vi s'infiammò immediatamente.

Senza arrischiare una conclusione qualunque sul modo in cui questi infusorî si nutriscono, certo rimarrà fermo, dietro queste osservazioni, che una acqua in cui trovansi degl'infusorî viventi diventa sotto l'influenza della luce solare una sorgente della più pura aria vitale; certo rimarrà fermo che dall'istante in cui questi animali osservansi nell'acqua, l'acqua stessa non è più perniciosa o nociva agli animali ed alle piante delle classi superiori; poiche egli è impossibile ammettere che si possa sviluppare gas ossigeno puro da un'acqua contenente ancora materie in putrefazione o in eramacausia, ovvero contenente sostanze che hanno ancora la capacità di combinarsi coll'ossigeno.

Immaginiamoci aggiunta ad un'acqua di tal fat-

ta, una sostanza animale che trovasi in atto di putrefazione o di eremacausia; dovrà la stessa in un tal fonte di ossigeno risolversi negli ultimi elementi suoi, in un tempo infinitamente più breve di quello che impiegherebbe a ciò fare, se questi infusorî non vi si trovassero.

Noi riconosciamo dunque nelle specie più diffuse di questi esseri microscopici (quei coloriti in verde o in rosso) la cagione veramente meravigliosa , la quale fa sparire dall'acqua tutte le sostanze che potrebbero compromettere la vita degli esseri delle classi superiori, e la quale in luogo di esse produce delle materie, che servono di alimento alle piante, nonchè l'ossigeno indispensabile alle respirazioni degli animali.

Questi animaletti non possono essere la cagione della putrefazione e della formazione de'prodotti venefici, perniciosi alla vita delle piante e degli animali; ma uno scopo di infinita sapienza li destina ad accelerare la trasformazione degli elementi delle materie organiche in putrefazione onde risolversi negli ultimi prodotti.

Tra i funghi e gli agarici vi sono molte specie che si sviluppano ancora, benchè private interamente di luce, l'incremento di massa e la vita de' quali è accompagnato da tutti i fenomeni caratterizzanti la vita animale. Siffatta specie di vegetabili corrompono l'aria e la fanno irrespirabile, assorbiscono l'ossigeno ed esalano dell'acido carbonico. Sotto l'aspetto chimico essi comportansi come

animali privi della facoltà di muoversi da un luogo ad un altro.

Per controposto poi a questa classe di esseri, che appena meritano il nome di piante, vi esistono delle creature viventi, dotate di moto e degli organi caratterizzanti gli animali, che alla luce si comportano come le piante verdi, le quali propagandosi e crescendo di massa, diventano sorgenti di ossigeno, che per mezzo di esse giunge dappertutto ove gli viene impedito o negato l'accesso in forma di aria.

Egli è chiaro che gl' infusorî non possono nascere, svilupparsi e crescere che nei soli luoghi in cui trovano abbondantemente il necessario alimento, in forma conveniente all' assimilazione. Diverse specie, ed in verità molto diffuse, distinguonsi dalle altre per due delle loro parti costituenti, che appartengono alla natura inorganica, cioè per la silice, di cui son formati i gusci o le panciere di molte specie di *Navicule* di *Exilarie* di *Bacillarie* ecc., e per l'ossido di ferro che forma una parte costituente di molte specie di *Gaillonelle*. Il carbonato di calce degli animaletti cretacei non differisce punto dai gusci degli ordinarî testacei.

Piacque a taluni di ritenere gl'immensi depositi di silice, di calce, d'ossido di ferro che rinvengonsi nel tufo selcioso, negli schisti d'argilla tripolitana, nel tripoli, nella calce cretifera, nei minerali delle zolle e in quelli che trovansi quasi

alla superficie del suolo (*Rasen-und Sumpf-erze*) qual effetto del processo vitale degl'infusorî di un mondo anteriore e di attribuir la formazione di siffatti strati nelle rocce alla forza vitale un tempo in essi attiva. Ma ciò facendo, non si prese punto in considerazione che la calce cretifera, la silice e l'ossido di ferro dovevano esistere, quali condizioni indispensabili alla vita di questi infusorî, prima che si fossero sviluppati, e che le stesse parti costituenti tuttora non mancano giammai nel mare, nei laghi e nelle paludi, in cui queste stesse classi di animali s'incontrano.

L'acqua, nella quale vivevano quest'infusorî di un mondo passato, conteneva la silice e la calce cretosa nello stato di dissoluzione, ben proprio onde depositarsi, mercè la evaporazione, sotto la forma di marmo, e di altre rocce analoghe. Non vi è dubbio che la deposizione stessa avesse avuto effetto nel modo ordinario, ancorchè l'acqua non avesse contenuto inoltre i residui in putrefazione ed in eremacausia delle diverse generazioni di animali di quei tempi e riunito così le altre condizioni necessarie alla vita degl' infusorî costituiti di silice e di calce.

Senza il concorso riunito di tutte queste sostanze, nessuna di queste classi di animali si sarebbe propagata ed accumulata in masse tanto enormi, avendo quelle servito soltanto come mezzi intermedî accidentali onde produrre la forma che mostrano le piccole particelle di cui questi de-

positi si compongono. Dico mezzi accidentali, poichè la separazione della calce, della silice e dell'ossido di ferro, avrebbe avuto luogo anche senza questi animali. L'acqua marina contiene la calce, dalla quale formansi i coralli e gl'innumerevoli crostacei, che vivono in tal mezzo, nella forma stessa e con le proprietà stesse, come trovasi ne'laghi e nelle paludi, in cui sviluppansi gli animali della calce cretosa (*Kreide*) ed i conchigliacei, dei quali componesi la formazione del ***Muschelkalk***.

Ella è di già cosa molto mirabile che la forza attiva dell'organismo sia capace di produrre, con non più di quattro elementi, un numero di combinazioni infinito nello stesso senso matematico; che mercè la sua intercessione nascono dal carbonio, azoto, idrogeno ed ossigeno corpi dotati di tutte le proprietà degli ossidi metallici o degli acidi inorganici e dei sali; che ai limiti de' così detti elementi inorganici, incominci una serie di combinazioni di elementi organici tanto vasto, da non potersi mica ancora abbracciare con la nostra vista. Nella natura organica, noi vediamo riprodursi tutt' i fenomeni chimici della natura inorganica, tutte le innumerevoli combinazioni de' metalli e dei metalloidi. Dal carbonio ed azoto, dal carbonio, idrogeno ed ossigeno, dall'azoto ed idrogeno, risultano degli atomi composti che per le loro proprietà somigliano perfettamente al cloro od all'ossigeno, od allo zolfo, ovvero ad un me-

tallo e ciò non solo in alcune poche, ma sì bene in tutte le loro proprietà.

Difficilmente si potrà immaginare cosa più mirabile della combinazione che risulta dal carbonio ed azoto; essa è una combinazione aeriforme (il cianogeno) in cui i metalli abbruciano non altrimenti che nell'ossigeno, con isviluppo di luce e di calorico: un corpo semplice per le sue proprietà e pel suo modo di operare, un elemento di cui le più piccole parti posseggono la forma identica del cloro, del bromo e dell'iodio, poichè li sostituisce nelle loro combinazioni, senza alterarne menomamente la forma cristallina. Sotto questa forma e non altrimenti il corpo vivente crea elementi, metalli, metalloidi ovvero gruppi di atomi ordinati in guisa tale, che le forze in essi attive vanno esternandosi in direzioni molto più varie. Ma in natura non vi è forza veruna, che da per sè sia capace di produrre o di creare cosa alcuna, non vi è forza capace di annientare le cagioni, da cui la materia ripete le sue proprietà. Il ferro non cessa mai di esser ferro, il carbonio di esser carbonio, l'idrogeno di esser idrogeno; nè dagli elementi dei corpi organici potrà mai risultare nè ferro, nè zolfo, nè fosforo. L'epoca in cui erano ammesse ed insegnate opinioni simili, sarà guardata, da qui ad un mezzo secolo, con lo stesso riso di compassione, con cui consideriamo oggidì lo sviluppo del periodo alchimistico. Egli è della natura dell'uomo,

crearsi opinioni di tal fatta ovunque il suo spirito, come nell'infanzia, non è sufficientemente sviluppato per concepire la verità. L'acquisto dei beni dello spirito, le cognizioni, che accrescono ed innalzano le nostre forze materiali alla ricognizione ed al possesso della verità, si fa nello stesso modo come acquistiamo le cose più necessarie alla vita, cioè lavorando e fatigando. Là soltanto ove manca la ferma volontà, vi ha penuria: i mezzi esistono da per tutto.

LETTERA XVII.

Uno dei più importanti fenomeni della scienza è l'alleanza che ai dì nostri si è effettuata tra la chimica e la fisiologia, ed alla quale noi siamo debitori di schiarimenti inaspettati sul processo vitale dell'animale e della pianta. Non vi ha più dubbio alcuno su ciò che devesi chiamare *veleno*, *alimento* o *farmaco*; l'idea della fame e della morte più non consiste nella semplice descrizione di circostanze. Or con positiva certezza noi sappiamo, che gli alimenti dell'uomo dividonsi in due grandi classi, di cui, nel corpo animale, l'una serve propriamente alla nutrizione ed alla riproduzione, e l'altra al contrario, a fini totalmente diversi. Con precisione matematica si può dimostrare che la birra non è nutritiva; che non contiene alcuna parte costituente atta a convertirsi in sangue, in fibra muscolare od in qualsiasi dei sostentacoli della forza vitale. Il totale invertimen-

to di tutte le idee anteriori sulla parte che prendono la birra, lo zucchero, l'amido, la gomma, ec. nelle funzioni della vita, ed una cognizione più precisa delle più recenti ricerche e vedute in questa materia appagherà forse la curiosità della maggior parte dei leggitori.

Le prime condizioni a mantenere la vita animale sono: il ricevimento dei cibi (il calmare la fame), e quello dell'ossigeno dell'aria (il processo della respirazione). Ad ogni istante della sua vita l'uomo riceve ossigeno per mezzo degli organi respiratori, e fintanto che l'animale conserva la vita, non si osserva in ciò mai una interruzione. Dalle osservazioni dei fisiologi risulta, che il corpo di un uomo adulto e sufficientemente nutrito, in termine di 24 ore non è nè cresciuto nè diminuito di peso; e ciò non ostante la quantità di ossigeno ricevuto durante questo tempo dal suo organismo, non è niente indifferente. Secondo le esperienze di Lavoisier, il corpo di un uomo, che ha finito di crescere, riceve dall'atmosfera, in un anno, 746 libbre di ossigeno, secondo Menzies ne riceve 837, e pur tuttavia noi troviamo dal principio alla fine dell'anno, il suo peso o affatto inalterato o solo di poche libbre aumentato o diminuito. Che si è fatto, si può chiedere, di questo enorme peso di ossigeno che un individuo riceve in sè nel corso di un anno? La quistione è sciolta con sufficiente certezza: nessuna parte dell'ossigeno ricevuto rimane nel corpo, uscendone

di bel nuovo, o qual combinazione col carbonio, o coll'idrogeno. Il carbonio o l'idrogeno di certe parti costituenti il corpo animale sonosi combinati coll'ossigeno ricevuto per mezzo de'polmoni e della cute e sono usciti del corpo in forma di acido carbonico e di vapore acqueo. Ad ogni respiro, in ogni momento della vita staccansi dall'organismo animale certe quantità delle sue parti costituenti, dopo che nel corpo stesso sonosi combinate coll'ossigeno dell'aria atmosferica. Or, per aver una base al calcolo, ammettiamo con Lavoisier e con Seguin, che l'uomo adulto riceva ogni giorno in sè 65 *loth* di ossigeno (46037 pollici cubici = 15661 grani di peso di Francia ovvero 32 1/2 once), supponiamo inoltre che ad un contenuto di 80 per cento di acqua la massa del suo sangue pesi 24 libbre, ne risulterà dalla nota composizione del sangue, che per trasformare totalmente il suo carbonio ed il suo idrogeno in acido carbonico ed acqua richiedonsi 66040 grani di ossigeno, i quali dal corpo di un uomo adulto vengono ricevuti in quattro giorni e cinque ore.

Qualunque sia il modo di operare di siffatto ossigeno, o che si combini alle parti costituenti il sangue, oppure ad altre materie del corpo ricche di carbonio e d'idrogeno, non si potrà opporre nulla alla conclusione, che il corpo umano debba, mercè gli alimenti, rimpiazzare in quattro giorni e cinque ore tanto di carbonio e d'idrogeno, quanto sarebbe necessario a provvedere di queste par-

ti costituenti 24 libbre di sangue, posto che il peso del corpo non avesse a variare e che il corpo stesso conservasse il suo stato normale. Questa compensazione ha luogo mercè i *cibi*. Dalla esatta determinazione delle quantità di carbonio, che nei cibi intromettesi nel corpo, nonchè dal calcolo di quella quantità, che nelle fecce e nell'urina esce non abbruciata, o se volete che esce in una altra forma che in quella di una combinazione coll'ossigeno, risulta che un uomo adulto, dandosi un regolar moto, consuma quotidianamente 27,8 *loth* (13,9 once = 435 grammi) di carbonio, * che dalle cute e dai polmoni vengono ema-

* Le sopracitate cifre sono ricavate, termine medio, dalla consumazione fatta da 856 soldati accasermati, i cibi dei quali (pane, patate, carne, lenticchie, piselli, fave, ecc.) furono, ad eccezione del pepe, del sale e del butiro, scrupolosamente pesati; ogni sostanza di queste fu poi sottoposta ad una analisi particolare. La consumazione era la stessa per tutti, e soltanto ne fecero eccezione tre soldati della guardia, che oltre la prescritta quantità di pane (2 libbre al giorno) a ogni torno di paga ebbero una pagnotta = 2 1/2 libbre di più, ed un tamburo che nel tempo stesso economizzò 1/2 pagnotta. Non fu compresa nel calcolo la quantità di carbonio contenuta ne'legumi freschi, e nel sauerkraut; come neanche tutto ciò che i soldati consumarono la sera. Secondo una valutazione approssimativa del 1° Sergente, ogni soldato consuma giornalmente circa 3 onc. di salsiccia, 3/4 onc. di butiro, 1/2 *schoppen* di birra (= 1/4 litro), 1/10 *schoppen* di acquavite; il carbonio di tutte queste so-

nati in forma di acido carbonico. Or questi 27, 8 *loth* di carbonio abbisognano di 74 *loth* (=37 once) di ossigeno, onde convertirsi in acido carbonico. Secondo le analitiche determinazioni di BOUSSINGAULT (*Ann. de chim. et de phys. LXX, 1, p. 136*) un cavallo consuma in 24 ore 158 3/4 *loth* (79 3/8 once) di carbonio, ed una vacca lattante 141 1/2 *loth* (70, 3/4 once). Coteste quantità di carbonio sonosi segregate dal corpo di questi due animali in forma di acido carbonico. Il cavallo, per trasformare il carbonio in acido carbonico, abbisogna di 13 7/32 libbre di ossigeno in 24 ore, e la vacca di 11 2/3 libbre. Siccome alcuna parte dell'ossigeno assorbito non esce del corpo altrimenti se non combinata al carbonio o all'idrogeno; siccome inoltre nello stato normale di sanità il carbonio e l'idrogeno così perduti, vengono rimpiazzati dal carbonio e dall'idrogeno che negli alimenti arrechiamo, così è chiaro, che la quantità del nutrimento che all'organismo animale necessita per

stanze eccede più del doppio tutto il carbonio contenuto nelle fecce e nell'urina. Le fecce pesano, termine medio, 11 1/2 *loth* e contengono 75 per cento di acqua; il residuo secco contiene 45, 24 per cento di carbonio e 13, 15 di cenere. Cento parti di fecce fresche contengono per conseguenza 11, 31 di carbonio, ovvero quasi quanto ne contiene un egual peso di carne fresca. In questo calcolo il carbonio delle fecce e quello dell'urina fu ragguagliato al carbonio contenuto ne'legumi freschi e negli altri cibi consumati nelle taverne.

la sua conservazione, sta in ragion diretta dell'ossigeno assorbito. Due animali, che durante un tempo eguale assorbiscono per la cute e pei polmoni quantità ineguali di ossigeno, consumano nella ragione stessa pesi ineguali di un medesimo alimento. La consumazione dell'ossigeno per tempi eguali può esprimersi dal numero dei respiri; egli è perciò chiaro che nel medesimo animale la quantità del cibo necessario varia secondo il numero o la durata delle respirazioni. Il fanciullo, in cui gli organi respiratorî sono più attivi che in un uomo adulto, deve ricevere gli alimenti più spesso e proporzionatamente anche in maggior quantità di quest'ultimo; esso può meno facilmente sopportare la fame. Un uccello privo di cibo muore al terzo giorno; un serpente che 'respirando per un'ora sotto una campana di cristallo, appena consuma tanto dî ossigeno da rendere sensibile l'acido carbonico prodotto, vive tre mesi e più senza cibo. Nello stato di riposo, il numero dei respiri è minore che nello stato di agitazione e di fatica. La quantità di alimento necessario in siffatti due stati deve di necessità serbare la relazione stessa.

Un'abbondanza di alimenti di unita alla mancanza dell'ossigeno inspirato (del moto), oppure un moto forte (che richiede una maggiore quantità di cibi) e debolezza negli organi digestivi, sono stati tra loro incompatibili. La quantità di ossigeno, che un animale inspira pei polmoni

non dipende soltanto dal numero de'respiri, ma benanche dalla temperatura dell'aria inspirata. La cavità del petto di un animale ha una grandezza invariabile; ad ogni respiro vi entra una data quantità di aria, che rispetto al suo volume può considerarsi come costante. Ma il peso dell'aria e con ciò anche il peso dell'ossigeno contenutovi non è altrettanto costante. Mercè il calore l'aria si dilata, e mercè il freddo essa si contrae. In due volumi eguali di aria calda e di aria fredda noi abbiamo pesi ineguali di ossigeno.

Nella state l'aria atmosferica contiene del vapore acqueo, nell'inverno essa è secca; lo spazio che il vapore acqueo occupa nell'aria calda vien occupato nell'inverno dall'aria, ovvero, in altre parole, l'aria a volume eguale contiene nell'inverno più ossigeno che nella state.

Nell'estate e nell'inverno, ai poli o sotto l'equatore, noi respiriamo sempre un volume eguale di aria. Durante la respirazione l'aria fredda riscaldasi nel canale in cui passa nonchè nelle cellule dei polmoni ed assume la temperatura del corpo. Onde far giungere una certa quantità di ossigeno nei polmoni dobbiamo fatigare meno nell'inverno che nella state; per la stessa consumazione di forza respiriamo nell'inverno più ossigeno.

Egli è chiaro che facendo lo stesso numero di respiri noi conserviamo al livello del mare una quantità maggiore di ossigeno che sulle montagne

e che la quantità di acido carbonico cacciata dai polmoni, nonchè quella dell'ossigeno da questi assorbita, varia con lo stato del barometro.

L'ossigeno inspirato esce dai polmoni nell'estate e nell'inverno nello stesso modo cambiato. Ad una bassa temperatura e sotto una più forte pressione dell'aria noi espiriamo più di acido carbonico, che ad una temperatura più alta, e nella stessa proporzione dobbiamo perciò provvederci negli alimenti nostri, più o meno di carbonio; nella Svezia di più che nella Sicilia, e d'inverno nelle nostre regioni di un ottavo intiero di più che nella state. Ancorchè noi consumassimo, nei luoghi freddi e ne'luoghi caldi, quantità eguali di cibi in peso, una infinita sapienza ha disposto le cose in modo che questi cibi differiscano assai tra loro per la quantità di carbonio in essi contenuta. I frutti di cui si cibano gli abitanti dei paesi meridionali, non contengono, quando son freschi, oltre il 12 per cento di carbonio, mentre il lardo e l'olio di pesce di cui si nutriscono gli abitanti delle regioni polari, ne contengono da 66 a 80 per cento. Non è cosa molto difficile essere sobrio in un paese caldo, o sopportare lungo tempo la fame sotto l'equatore; ma il freddo unito alla fame consuma il corpo in poco tempo. L'azione reciproca delle parti costituenti dei cibi e dell'ossigeno distribuito nel corpo in virtù della circolazione del sangue, è la *sorgente del calore animale.*

LETTERA XVIII.

La sorgente del calore animale, le leggi, secondo le quali questo calore vien prodotto, la influenza, che esercita sulle funzioni dell'organismo animale, sono soggetti cotanto istruttivi e piacevoli, che io non posso far a meno, di richiamare su ciò la vostra attenzione accennandone qualche fatto.

Tutti gli esseri viventi, la esistenza de'quali fondasi sopra un assorbimento di ossigeno, posseggono una sorgente di calore indipendente dall'ambiente in cui vivono. Questa verità si riferisce a tutti gli animali, estendesi ai semi germoglianti, ai fiori delle piante ed al frutto che va incontro alla sua maturazione. Il calore producesi solamente in quelle parti degli animali, a cui può giungere il sangue arterioso, e mercè questo l'ossigeno assorbito nel processo della respirazione. I capelli, la lana, le piume non posseggono ve-

runa temperatura propria. Siffatta temperatura più elevata del corpo animale, o se si vuole questa emanazione di calore è, dappertutto ed in ogni circostanza, la conseguenza della combinazione di una sostanza combustibile coll'ossigeno. Qualunque sia la forma, in cui il carbonio si combini coll'ossigeno, l'atto della combinazione non può effettuarsi senza che sia accompagnato da una produzione di calore. Non importa se la combinazione si operi lentamente oppure con rapidità, se abbia effetto a bassa o ad elevata temperatura: la quantità del calore divenuto libero resta mai sempre la stessa. Il carbonio de' cibi, trasformandosi nel corpo dell'animale in acido carbonico, deve necessariamente sviluppare quella quantità di calorico che svilupperebbe bruciando direttamente nell'aria o nell'ossigeno; la sola differenza è questa, che la quantità del calorico prodotto si ripartisce in tempi ineguali. Nel gas ossigeno puro la combustione procede più rapidamente, e la temperatura è più elevata; nell'aria si opera più lentamente, la temperatura è meno alta, ma invece dura più a lungo.

Egli è chiaro, che il numero de' gradi di calore che si svolge nell' atto della respirazione deve crescere o diminuire con la quantità dell'ossigeno che i polmoni ricevono in tempi eguali. Gli animali che hanno la respirazione vivace e rapida, e quindi consumano molto ossigeno, posseggono una temperatura più alta degli altri, i quali durante il tempo stesso e con egual volume di cor-

po a riscaldare ne ricevono meno; un fanciullo ha più calore (39°) di un uomo adulto (37,5°), un uccello (40—41°) più di un quadrupede (36—38°), più di un pesce o di un amfibio di cui la temperatura propria s'innalza da 1 1/2 sino a 2 gradi sopra quella dell'ambiente. Tutti gli animali sono di sangue caldo; ma soltanto in quelli che respirano con polmoni, il calore proprio è del tutto indipendente dalla temperatura del mezzo in cui vivono. Le osservazioni più degne di fede dimostrano che la temperatura dell' uomo, nonchè quella di tutti gli animali così detti a sangue caldo, resta costantemente la stessa in tutti i climi, tanto nella zona temperata quanto sotto l'equatore o nelle vicinanze de'poli; ma quanto sono diverse le condizioni della loro esistenza! Il corpo animale è un corpo riscaldato, il quale rispetto a ciò che gli sta intorno, comportasi come tutti gli altri corpi caldi; esso riceve del calore, se la temperatura esterna è più alta della sua propria, e ne cede se questa è più bassa di quella. Noi sappiamo che la rapidità con cui un corpo caldo raffreddasi, cresce con la differenza tra la temperatura propria del corpo e quella del mezzo ambiente, cioè quanto più il dintorno è freddo, tanto più breve è il tempo, in cui raffreddasi il corpo caldo. Ma quanto è diversa la perdita del calore, che prova un uomo in Palermo, ove la temperatura esterna è quasi eguale a quella del corpo, e la perdita del calore a cui è soggetto l'a-

bitante del polo che vive in una temperatura più bassa da 40 a 50 gradi! Non ostante siffatta perdita cotanto ineguale, l'esperienza dimostra che il sangue dell'abitante delle regioni polari non ha punto una temperatura più bassa di quello dell'abitatore dei paesi caldi, che vive pertanto in un ambiente così diverso. Questo fatto riconosciuto nel suo vero significato dimostra, che il calore perduto viene rimpiazzato nel corpo animale con rapidità eguale a quella della sua perdita. Questo compensamento si fa più presto nell'inverno che in estate, ed ai poli più rapidamente che sotto l'equatore.

Ora la quantità dell'ossigeno, che per mezzo della respirazione entra nel corpo, varia secondo la temperatura dell'aria esterna; la quantità dell'ossigeno inspirato cresce con la perdita del calore cagionato dal raffreddamento; la quantità del carbonio, o dell'idrogeno necessaria per combinarsi con questo ossigeno, deve necessariamente crescere nella stessa proporzione. Egli è chiaro che la compensazione del perduto calore si opera mercè la reciproca azione delle parti costituenti dei cibi e l'ossigeno inspirato con cui esse si combinano. Per servirmi di un paragone, triviale per altro, ma però molto giusto, dirò, che il corpo animale comportasi sotto questo risguardo come un forno che prevvediamo di combustibile. Qualunque sia la forma che i cibi successivamente assumono nel corpo, quali che siano le altera-

zioni che possano provare, l'ultima trasformazione è sempre mai quella del loro carbonio in acido carbonico e del loro idrogeno in acqua; l'azoto ed il carbonio non bruciato vengono evacuati per l'orina e per gli escrementi solidi. Per avere una temperatura costante nel forno, secondo che varia la temperatura esterna, dobbiamo introdurvi maggiore o minor quantità di combustibile. Pel corpo animale il combustibile sono i cibi. Ad un conveniente accesso di ossigeno noi otteniamo, mercè la loro ossidazione, il calore che diventa libero. Aumentandosi nell'inverno, coll'esercizio all'aria fredda, la quantità dell'ossigeno inspirato, il bisogno di cibi ricchi di carbonio e d'idrogeno si fa sentire nella medesima proporzione, e noi soddisfacendo a questo bisogno ne ricaviamo il più potente preservativo contro il freddo più rigido. Un uomo che prova la fame prova anche il freddo, e tutti sanno che gli animali di rapina dei climi settentrionali superano in voracità di gran lunga quei de' paesi meridionali. L'aria, che nelle regioni fredde e temperate tende incessantemente a consumare il nostro corpo, ci obbliga al lavoro ed alla fatica, onde procacciarci il mezzo di resistere a siffatta influenza, mentre nei paesi caldi le circostanze che costringono a provvederci di cibi sono assai meno urgenti.

Le nostre vesti sono veri equivalenti dei cibi; quanto più caldamente ci vestiamo, tanto più, fino ad un certo grado, diminuisce il bisogno di

mangiare; per la ragione appunto che la perdita del calore, il raffreddamento, diventa minore e perciò diminuisce ancora la quantità di cibi nenessarii alla riproduzione di siffatto calore. Se noi andassimo ignudi, come gl' Indiani, o se alla caccia ed alla pesca noi fossimo esposti ai medesimi gradi di freddo, come il Samoiedo, potremmo digerire un mezzo vitello, ed inoltre ancora una mezza dozzina di candele di sevo, siccome alcuni viaggiatori, caldamente vestiti, ci han narrato con maraviglia; noi potremmo impunemente ingozzare la quantità stessa di acquarzente o di olio di pesce, appunto perchè il carbonio e l'idrogeno contenutovi, servono a stabilire un equilibrio tra la temperatura esterna e quella del nostro corpo.

La quantità de' cibi da consumarsi dipende, come poc' anzi abbiamo veduto, dal numero delle respirazioni, dalla temperatura dell'aria, che respiriamo, nonchè dalla quantità di calorico, che il corpo cede esteriormente. Nessun fatto isolato contrario può smentire la verità di questa legge della natura. Senza recare un danno passaggiero, oppure permanente alla sua salute, il Napolitano non può prendere ne' cibi una maggiore quantità di carbonio e d'idrogeno di quella che espira; e nessun abitante dei paesi settentrionali può espirarne una maggiore quantità di quella che ha ricevuto ne' cibi, purchè non fosse ammalato o soffrisse

fame, — due stati del corpo che esamineremo più da vicino. L'Inglese vede con dispiacere in Giammaica mancargli l'appetito, che gli offre una così frequente ripetizion di piaceri, e di fatto servendosi del pepe di Caienna e di altri potentissimi stimolanti, egli riesce a prendere la stessa quantità di cibi come nella sua patria. Ma il carbonio di questi cibi, passato nel corpo, non vien consumato, la temperatura dell'aria è troppo elevata, ed il calore che l'opprime non gli permette di aumentare il numero delle respirazioni (mercè il moto e la fatiga), ovvero di stabilire la giusta proporzione tra il consumo e gli alimenti di cui ha fatto uso. Al contrario poi l'Inghilterra invia in luoghi più meridionali quei suoi infermi, agli organi digestivi dei quali manca od è diminuita la facoltà di ridurre i cibi nello stato in cui possonsi combinare coll'ossigeno, ovvero quelli che non producono la forza sufficiente onde resistere al *clima*, cioè alla temperatura della patria loro; ma in questi luoghi, in cui diminuisce la quantità di ossigeno inspirato in proporzione così grande, è visibile il risultamento che consiste in un miglioramento della salute. Gli organi digestivi infermi hanno la forza sufficiente per mettere in proporzione coll'ossigeno consumato la diminuita quantità di cibi; nel clima più freddo gli stessi organi della respirazione dovrebbero servire a questa resistenza. Nell'estate predominano presso di noi le ma-

lattie del fegato (malattie per carbonio), e nell'inverno le malattie dei polmoni (malattie per ossigeno).

Il raffreddamento del corpo, qualunque ne sia la cagione, esige una maggiore quantità di alimenti. Il solo trattenersi all'aria libera, non importa se in carrozza da viaggio o su la tolda di un vascello, aumenta la perdita del calorico per irradiazione e per la più energica esalazione, anche senza che facciamo maggior moto; noi siamo costretti a mangiare più del solito. Lo stesso vale per le persone le quali sono avvezze a bere copiosamente dell'acqua fredda, che riscaldasi a 37° ed esce quindi di bel nuovo: — si accresce così l'appetito e le persone di una debile costituzione debbono, mercè un moto continuato, arrecare al corpo l'ossigeno necessario a ripristinare il calore perduto. Il forte e continuato parlare e cantare, il gridar dei fanciulli, l'aria umida, tutto ciò esercita una decisa ed evidente influenza sulla quantità dei cibi da prendersi.

Precedentemente abbiamo ammesso che il carbonio e l'idrogeno servono in preferenza a combinarsi coll'ossigeno ed a produrre il calore animale: le osservazioni più semplici contestano di fatto che l'idrogeno dei cibi a ciò fare prende parte non meno importante del carbonio. L'intero processo della respirazione ci si mostra perfettamente chiaro, allorchè osserviamo l'uomo o l'animale nello stato di perfetta astinenza da'cibi. I

movimenti delle respirazioni rimangono inalterati, l'ossigeno è assorbito dall'atmosfera e l'acido carbonico ed il vapore acqueo vengono espirati non altrimenti di prima. Noi sappiamo con assoluta certezza donde derivano il carbonio e l'idrogeno, poichè continuando la fame, vediamo una diminuzione nel carbonio e nell'idrogeno del corpo dell'individuo. Il primo effetto della fame è la sparizione dell'adipe; di questo adipe non trovasi traccia alcuna nè nelle scarse fecce, nè nella orina; il suo carbonio ed il suo idrogeno sono usciti per la cute e pei polmoni in forma di una combinazione coll'ossigeno: egli è chiaro, che le parti costituenti di questo adipe hanno servito alla respirazione. L'uomo assorbe ogni giorno 65 *loth* (32 1/2 onc.) di ossigeno, che alla loro uscita portano via una parte del corpo dell'affamato. Currie vide un ammalato, che non poteva inghiottire, perdere più di 100 libbre del suo peso durante un mese; ed un porco ingrassato, rimasto coverto dalla frana di un monte, aveva perduto più di 120 libbre, dopo 160 giorni che visse senza cibo. (Martell nelle *Transactions of the Linnean Society*, vol. XI, p. 411). Lo stato degli animali ibernanti, nonchè lo accumulamento periodico del grasso in altri, che sparisce a certi periodi della vita, senza che ne rimanga la menoma traccia, tutti questi fenomeni, noti a chicchesia, provano che l'ossigeno nel processo della respirazione non fa scelta veruna tra le sostanze

che sono capaci di entrare in combinazione con esso. L'ossigeno si combina con tutto ciò, che gli vien offerto, e la sola mancanza dell'idrogeno è la cagione per cui generalmente formasi dell'acido carbonico, poichè alla temperatura del corpo umano, l'affinità dell'idrogeno per l'ossigeno è di gran lunga superiore a quella del carbonio per lo stesso corpo. Noi sappiamo di fatto, che gli animali erbivori espirano un volume di acido carbonico eguale al volume dell'ossigeno inspirato, mentre ne'carnivori, i quali formano la sola classe di animali di cui i cibi contengono del grasso, vien ricevuto più ossigeno di quello che corrisponde al volume di acido carbonico espirato. Dagli esperimenti a tal uopo istituiti risultò, che in non pochi casi vien espirato in acido carbonico soltanto la metà del volume dell'ossigeno. Queste osservazioni non son soggette a veruna obbiezione; esse sono più convincenti di tutti que'fenomeni provocati ad arte ed arbitrio, che si chiamano esperimenti e che sono tutti superflui e mancanti di peso, semprechè si presenta l'occasione di osservar la natura, e di questa occasione si profitta con intelligenza.

Ma non solamente il grasso sparisce nell'affamato, anzi tutte le sostanze solide capaci a disciogliersi provano a poco a poco la stessa sorte. Ne'corpi consunti di coloro che son morti di fame, i muscoli sono sottili molli e privi di ogni contrattilità; tutte le parti del corpo suscettive

di passare allo stato di moto, hanno servito a preservare il rimanente organismo dall'azione dell'atmosfera che tutto distrugge; finalmente le parti costituenti del cervello prendono parte a siffatto processo di ossidazione, ne segue la demenza, il delirio e la morte, ovvero la cessazione di ogni resistenza; da questo istante comincia il processo chimico della lenta combustione; tutte le parti del corpo combinansi coll'ossigeno dell'aria. Il tempo che impiega un individuo morendo di fame, dipende dalla sua corpulenza, dal moto che si dà (sforzandosi o travagliando), dalla temperatura dell'aria, e finalmente dalla presenza o mancanza dell'acqua. Per la cute e pei polmoni evaporasi una certa quantità di acqua, la quale essendo assolutamente necessaria a promuovere qualsiasi movimento, accelera, per la sua uscita, la morte. Vi sono dei casi, in cui mercè l'uso illimitato dell'acqua, la morte ebbe luogo soltanto dopo 20 ed in uno dopo 60 giorni.

In tutte le malattie croniche succede la morte per la stessa cagione, per la influenza dell'atmosfera. Quando mancano le sostanze, che sono destinate nell'organismo a mantenere il processo della respirazione, quando gli organi dell'ammalato vengono meno nelle loro funzioni, e perdono la facoltà di mettere, per la loro propria conservazione, i cibi usati nello stato, in cui le parti costituenti di essi posson produrre la loro combinazione coll'ossigeno dell'aria, allora verrà im-

piegata allo stesso uso la sostanza propria degli organi, il grasso, il cervello, la sostanza dei muscoli e dei nervi. La vera cagione della morte in questi casi è l'atto stesso della respirazione, la influenza dell'atmosfera. La mancanza di nutrimento, la privazione della facoltà di trasformare i cibi in parti costituenti dell'organismo, altro non è che la mancanza di resistenza, ovvero la negativa cagione del cessamento dell'attività vitale. La fiamma si estingue perchè l'olio è consumato; l ossigeno dell'aria è quello che l'ha consumato.

In talune malattie producónsi delle materie che non sono atte all'assimilazione, e vengono rimosse dal corpo mercè la semplice astinenza dai cibi; combinandosi le loro parti costituenti coll'ossigeno dell'aria, esse spariscono senza lasciar di sè traccia veruna. Dall'istante in cui la funzione della cute o dei polmoni soffre una perturbazione, appariscono nell'orina sostanze più ricche di carbonio, che cambiano il suo colore ordinario in bruno. La respirazione è quasi il peso che scende, è la molla tesa che mantiene il movimento nell'orologio; i respiri sono le battute del pendolo, che lo regolano. Pei nostri orologi ordinarî noi conosciamo con precisione matematica le variazioni che dalla lunghezza del pendolo e dalla temperatura esterna vengono portate nel loro regolare andamento; ma pochissimi soltanto son quelli che conoscono nella sua chiarezza la influenza, che l'aria e la temperatura esercitano sullo stato sa-

nitario del corpo umano; e pur tuttavia la indagine delle condizioni per mantenerlo nello stato normale non offre mica difficoltà maggiore di quella per regolare l'andamento di un orologio ordinario.

LETTERA XIX.

NELLA mia ultima lettera cercai di darvi qualche schiarimento sulle funzioni semplici, ma non per tanto meno maravigliose, a cui l'ossigeno dell'atmosfera ha da soddisfare nell'organismo animale, mercè la sua combinazione col carbonio; concedetemi di aggiungervi qualche osservazione sulle materie che sono destinate a mantenere il movimento nel meccanismo del medesimo, ossia sugli alimenti.

Se l'incremento della massa nel corpo animale, se lo sviluppo dei suoi organi e la loro riproduzione si opera dal sangue ovvero dalle parti che lo costituiscono, non si potranno chiamare *alimenti* altre sostanze fuorchè quelle che sono capaci a convertirsi in sangue. Le ricerche sulle sostanze a ciò proprie si riducono quindi a determinare la composizione degli alimenti ed a confrontarla con la composizione delle parti costi-

tuenti del sangue. Due sono le materie che in preferenza sono da considerarsi come parti essenziali nella costituzione del sangue. L'una di esse, la *fibrina,* si segrega dal sangue nell'istante stesso, in cui questo vien tratto fuori della circolazione. A tutti è noto, che in questo caso il sangue si coagula, che si separa in un liquido gialliccio, nel così detto siero, ed in una massa gelatinosa la quale in forma di fili molli, tegnenti ed elastici, si attacca al bastone od alla verghetta, con cui si sferza e si batte il sangue fresco allorchè si sta coagulando. L'altra parte essenziale costituente il sangue è contenuta nel siero del sangue; essa comunica a questo liquido tutte le proprietà che possiede la parte bianca dell'uovo di gallina, essendo la stessa identica con questa parte costituente di tutte le uova. Mercè il calore essa si coagula in una massa bianca ed elastica; questa parte costituente che si coagula è l'*albumina.* La fibrina e l'albumina, le principali parti costituenti del sangue, racchiudono in tutto sette elementi chimici, tra i quali sono compresi l'azoto, il fosforo, e lo zolfo, non che la sostanza delle ossa. Nel siero trovansi disciolti il sale comune ed altri sali, a base di potassa ed a base di soda, le quali ultime trovansi combinate all'acido carbonico, all'acido fosforico ed all' acido solforico. I globetti del sangue contengono fibrina ed albumina, più una materia colorante rossa, nella quale il ferro, come parte costituente, è sempre mai con-

tenuto. Il sangue contiene inoltre ancora taluni corpi grassi in piccola quantità, i quali dai grassi ordinarî distinguonsi per diverse proprietà.

L'analisi chimica ha condotto al memorabile risultamento che la fibrina e l'albumina racchiudono gli elementi stessi e nelle proporzioni stesse di peso; di maniera che, confrontando due analisi, l'una di fibrina e l'altra di albumina, non vi rileviamo una maggiore differenza nella composizione centesimale, che in due analisi di fibrina o in due altre di albumina.

In entrambe siffatte parti costituenti del sangue gli elementi sono ordinati in modo diverso, come lo dimostra lo stato diverso di essi, ma in quanto alla composizione esse sono identiche. Questo fatto venne ultimamente confermato nel modo il più bello da un distinto fisiologo (Dénis) a cui riuscì di far passare artificialmente la fibrina allo stato di albumina, dandole quella solubilità e coagulabilità, che caratterizzano la chiara dell'uovo. Oltre la identica composizione esse hanno ancora comune la proprietà chimica di sciogliersi nell'acido idroclorico concentrato, convertendo ognuna di esse in azzurro intenso d'indaco il colore del liquido, che si comporta affatto nello stesso modo verso tutte le materie che con esso vengono poste a contatto. Nel processo della nutrizione, l'albumina e la fibrina possono tutte e due diventare fibra muscolare, e la fibra muscolare può di bel nuovo convertirsi in sangue. Da molto

tempo questa trasformazione vicendevole trovasi dai fisiologi messa fuori di ogni dubbio, e la chimica ha perciò solamente dimostrato, che la metamorfosi può effettuarsi, prima e dopo, in virtù di una influenza attiva, senza il soccorso di un terzo corpo o delle sue parti costituenti, ovvero senza che a ciò richiedasi la intervenzione di un elemento straniero o la separazione di uno già esistente nella combinazione.

Comparando adesso la composizione di tutti gli organi con quella della fibrina e dell' albumina nel sangue, avremo le relazioni che sieguono. Tutte le parti del corpo animale, che hanno forma determinata, ossia che sono parti costituenti di organi, contengono dell'azoto. Nessuna parte od elemento di un organo dotato di movimento e di vita è priva di azoto; tutte poi contengono del carbonio e gli elementi dell'acqua, benchè questi ultimi non vi si trovino giammai nella proporzione stessa come nell'acqua. Le parti principali costituenti il sangue contengono circa il 16 per cento di azoto; nessuna parte di un organo qualunque contiene meno azoto del sangue. Le sperienze e le osservazioni le più decisive hanno dimostrato, che l'organismo animale è assolutamente incapace a produrre un elemento chimico, carbonio o azoto, da altre materie in cui questi corpi non sono presenti, e quindi non vi ha dubbio, che tutti gli alimenti i quali debbono servire alla produzione del sangue od al-

la formazione di cellule, di membrane, di cute, di peli, di fibre muscolari, debbono necessariamente racchiudere una data porzione di azoto, poichè questo forma appunto una parte costituente di detti organi, i quali da altri elementi che gli vengono presentati, non possono produrre azoto, e perchè l'azoto dell'atmosfera non prende affatto parte nel processo della vita.

Il corpo animale contiene nella sostanza dei nervi e del cervello una grande quantità di albumina ed oltre a questa due acidi grassi particolari, i quali si distinguono da tutti gli altri grassi perciocchè contengono del fosforo (combinato forse coll'ossigeno?). Uno di questi grassi contiene dell'azoto. L'acqua ed il grasso costituiscono finalmente le parti del corpo animale che non contengono azoto; l'una e l'altro amorfi prendono parte nel processo della vita soltanto agevolandone le funzioni. Il ferro, la calce, la magnesia, il sale marino e gli alcali sono le parti non organiche, che costituiscono il corpo animale.

Fra tutte le classi degli animali il nutrimento dei carnivori assume la forma più semplice; essi vivono del sangue e della carne degli erbivori e dei granivori, ma questo sangue e questa carne sono identici in tutte le loro proprietà col sangue e la carne dei carnivori stessi, e nè il chimico nè il fisiologo vi trova differenza veruna.

Gli alimenti dei carnivori tirano la loro origine

dal sangue; nello stomaco dell'animale essi diventano liquidi e trasportabili in altre parti del corpo, ove diventano di bel nuovo sangue, e da questo sangue riproduconsi tutte le parti del corpo, che hanno sofferto un cambiamento od una trasformazione. Eccettuate le unghie, i peli, le piume e la terra delle ossa non vi ha parte costituente gli alimenti dei carnivori che non si prestasse all'assimilazione. Chimicamente parlando, si può dunque dire che l'animale carnivoro pel mantenimento della sua vita divora sè stesso. Ciò che gli serve di nutrizione è identico con le parti costituenti dei suoi organi, che debbono essere rinnovati.

Tutt' altro sembra in apparenza il processo nutritivo degli animali erbivori; i loro organi digestivi sono meno semplici, ed il loro alimento consiste di vegetabili, i quali relativamente alla loro massa contengono soltanto pochissimo azoto. Da quali sostanze, potrebbesi dimandare, deriva negli erbivori il sangue, da cui si sviluppano i loro organi? A cosiffatta inchiesta si può rispondere con sufficiente certezza. Le analisi chimiche han provato, che tutte le parti delle piante, che agli animali servono di nutrimento, racchiudono certe parti costituenti ricche di azoto; e le più ordinarie esperienze dimostrano, che gli animali hanno bisogno, per la conservazione e nutrizione loro, di siffatte parti costituenti delle piante in tanto minor quantità, per quanto più le piante

sono ricche di azoto, e che non possono nutrirsi di sostanze che ne sono sprovvedute. In particolare abbondanza rinvengonsi questi prodotti vegetabili nei semi delle varie specie di frumento, in quelli de' piselli, delle lenticchie, delle fave, nelle radici e nei succhi delle così dette leguminose. Del resto non ci ha pianta veruna o parte di essa che ne sia intieramente priva.

Tutte queste sostanze alimentari contenenti azoto, possonsi ridurre a tre materie, di cui ognuna facilmente si distingue dalle altre due per le sue proprietà esterne. Due di esse sono solubili nell'acqua, la terza non vi si discioglie. Abbandonando a sè stesso un succo vegetabile di fresco spremuto, vedesi aver luogo in esso una separazione dopo pochi minuti; vi si depone un precipitato gelatinoso, ordinariamente di color verde, che trattato con liquidi, i quali disciolgono la materia colorante, lascia per residuo una materia bianca che dà al bigio. Questa sostanza è generalmente conosciuta dai farmacisti, che le danno il nome di sedimento verde dei succhi vegetabili (*grünes satzmehl*). In essa abbiamo una delle sostanze alimentari degli erbivori che contiene l'azoto, ed a cui si è dato il nome di *fibrina vegetale*. Il succo delle graminacee è più di ogni altro ricco di questa parte costituente; essa trovasi in grande abbondanza ne' semi di frumento come ancora in tutti i cereali, e mercè una operazione meccanica si può ottenerla bastantemente pura

dalla farina del frumento. In questo stato chiamasi glutine, ma la glutinosità di cui gode non è proprietà sua, ma bensì quella di un corpo eterogeneo che in piccola quantità gli si trova frammisto, e che non è contenuto nei semi delle altre specie di cereali.

La fibrina vegetale, conforme lo indica il modo con cui si ottiene, non è solubile nell'acqua, quantunque non vi abbia dubbio, ch'essa esisteva disciolta nel succo della pianta vivente, e che si separò in appresso da questo, nello stesso modo come la fibrina si separa dal sangue. L'altra sostanza alimentare contenente azoto trovasi egualmente disciolta nel succo delle piante, da cui non si separa alla temperatura ordinaria, ma bensì quando il succo vien riscaldato insino che bolla. Nel succo spremuto e chiarificato, particolarmente in quello delle leguminose, del cavolofiore, degli asparagi, del cavol rapa, della rapa bianca ecc., allorchè si riscalda insino alla bollitura, formasi un coagulo, il quale pel suo carattere esterno e le sue proprietà non si fa mica distinguere dal corpo coagulato che si ottiene esponendo al calore dell'ebollizione il siero del sangue o l'albume dell'uovo allungato con acqua. Questa è l'*albumina vegetale,* la quale trovasi in particolare abbondanza in certi semi, nelle noci, nelle mandorle ed altri, i quali in vece dell'amido dei semi cereali contengono dell'olio o delle materie grasse. La terza sostanza alimentare contenente azo-

to prodotta dalle piante, la *caseina vegetale*, trovasi particolarmente ne'lobi de'semi dei piselli, delle lenticchie e delle fave; essa sciogliesi nell'acqua come l'albumina vegetale, ma distinguesi da questa in ciò che la sua soluzione mercè il calore non si coagula: svaporandola o riscaldandola copresi alla superficie di una pellicola, e trattata con acidi si coagula come il latte animale.

Queste tre sostanze, la fibrina vegetale, l'albumina e la caseina, sono le materie contenenti azoto che servono propriamente di alimento agli animali erbivori; tutte le altre materie vegetabili contenenti azoto, o non sono mangiate dagli animali, come le materie delle piante velenose e medicinali, oppure trovansi in così tenue quantità frammischiate ai loro cibi, da non poter contribuire più all'incremento della massa del loro corpo. Le analisi chimiche delle tre menzionate sostanze han condotto all'importante risultamento che esse contengono gli stessi elementi organici e nella proporzione stessa di peso, e, ciò ch'è ancora assai più memorabile, si è trovato che la loro composizione è identica con quella delle principali parti costituenti del sangue, cioè con la fibrina e con l'albumina. Tutte e tre disciolgonsi nell'acido idro-clorico concentrato, producendo lo stesso colore indaco, ed anche nelle loro proprietà fisiche, la fibrina e l'albumina animale non differiscono per nulla dalla fibrina e dall'albumina vegetale. Merita particolar attenzione, che

per eguale composizione qui non intendesi mica la sola somiglianza della composizione, ma s'intende altresì la identicità delle proporzioni in cui lo zolfo, la terra ossea ed i fosfati alcalini vi sono contenuti.

In quale ammirabile semplicità si presenta, dietro queste scoperte, l'atto dello sviluppo dell'organismo animale, la formazione dei suoi organi, ovvero dei principali funzionarî dell'attività vitale! Le sostanze vegetabili, che servono alla produzione del sangue nell'animale, contengono belli e formati con tutt'i loro elementi i principali costituenti del sangue, cioè la fibrina e l'albumina; tutte le parti contengono altresì una certa quantità di ferro, che noi troviamo novellamente nella materia colorante del sangue. La fibrina vegetabile e la fibrina animale, l'albumina vegetabile e l'albumina animale mostrano appena qualche lieve differenza nella forma loro. Mancando queste sostanze ne'cibi degli animali, la nutrizione di essi non può più effettuarsi; ma trovandosi le medesime contenute negli alimenti, l'animale erbivoro riceve da esse le stesse materie che servono assolutamente alla conservazione degli animali carnivori. Le piante creano dunque nel loro organismo il sangue di tutti gli animali, poichè, giustamente parlando, i carnivori consumano nel sangue e nella carne degli erbivori soltanto le sostanze vegetabili di cui questi eransi pasciuti. La fibrina e l'albumina vegetabile assumono nello stomaco

dell'animale erbivoro esattamente la forma stessa che ricevono la fibrina e l'albumina animale nello stomaco dei carnivori.

Da quanto precede risulta, che lo sviluppo degli organi di un animale, il loro incremento in dimensioni ed in massa, dipende dall'ammissione di certe sostanze che sono identiche con le principali parti elementari del proprio sangue. In questo senso si può dire, che l'organismo animale crea il suo sangue solamente in quanto alla forma, e che gli manca facoltà di produrlo da altre sostanze, le quali non siano identiche con le principali parti costituenti del sangue stesso. Da questo non si può conchiudere al certo, che gli manca la facoltà di formare altre combinazioni; anzi al contrario noi sappiamo che l'organismo produce una lunga serie di altri composti, i quali per la loro composizione differiscono da quella del sangue, ma il punto di partenza in siffatta serie, ossia le parti costituenti primitive del suo sangue, esso non può produrle. — L'organismo animale può considerarsi come una pianta di un ordine superiore, lo sviluppo della quale comincia con quelle materie, con la produzione delle quali finisce la vita della pianta ordinaria; poichè questa muore appena ha prodotto il seme, o almeno termina con ciò un periodo della sua vita. Noi non troviamo laguna od interruzione alcuna in questa infinita serie di combinazioni, che comincia dalle sostanze con cui nutronsi le piante, ossia dall'acido car-

bonico, dall'ammoniaca e dall'acqua, e va insino alle più composte parti che nel corpo animale costituiscono il cervello. La prima sostanza alimentare dell'animale è l'ultimo prodotto dell'attività creatrice delle piante. La sostanza del tessuto cellulare, quella delle membrane, dei nervi e del cervello non vien prodotta dalla pianta. La creatrice attività della pianta perde il suo meraviglioso considerando che la produzione delle parti costituenti del sangue non ci deve sorprendere più di quel che ci sorprende il veder crescere sugli alberi il grasso del bue e del montone (nelle fave del cacao), o il grasso umano (nell'olio di olive), oppure le principali parti costituenti del butirro delle vacche (butirro di palma), o formarsi il grasso di cavallo e l'olio di pesce nei semi delle piante oleacee.

LETTERA XX.

Spero che i fatti che ho esposto nella mia ultima lettera vi abbiano dato un sufficiente schiarimento sul modo, con cui nell'animale si opera l'incremento nella massa degli organi; mi rimane adesso ad aggiungervi ancora qualche cosa sulla parte che rappresentano nell'organismo animale le sostanze prive di azoto, come lo zucchero, l'amido, la gomma, le pettina, ecc.

La più numerosa di tutte le classi degli animali non può vivere senza queste materie; gli alimenti loro debbono contenerne una certa quantità, e mancandovi questa, noi vediamo le funzioni vitali di questi animali terminarsi in breve tempo. Questa importante quistione estendesi ancora sulle parti costituenti del nutrimento dell'animale carnivoro, nel primo periodo della sua vita; poichè anche questo alimento contiene certe parti costituenti, di cui il corpo dell'animale adulto non

ha più bisogno per la sua conservazione. Egli è chiaro che nel corpo dei giovani carnivori, la nutrizione si opera nello stesso modo come nel corpo degli animali erbivori; il suo sviluppo è legato all'accoglimento di un fluido che dal corpo della madre vien segregato in forma di latte. Il latte racchiude una sola parte costituente che contiene azoto, cioè la così detta *caseina*, le altre principali parti costituenti contenute in esso sono il butirro (materia grassa) e lo zucchero di latte. Dalla parte costituente del latte la quale contiene l'azoto han dovuto formarsi il sangue del giovane animale, le sue fibre muscolari, la sostanza delle cellule, quella dei nervi e le ossa, perchè nè il butirro nè lo zucchero di latte contengono azoto. Or l'analisi chimica della caseina ha condotto ad un risultamento, il quale dopo le cose precedenti non deve più sorprendere, cioè che anche questa sostanza è identica nella sua composizione con i principali costituenti del sangue, con la fibrina e con l'albumina, e quel che è più degno di nota, il confronto delle sue proprietà con quelle della *caseina vegetabile* ha dimostrato, che la caseina animale è identica puranche con la caseina vegetabile in tutte le proprietà sue, e ciò a segno tale, che certe piante, come i piselli, le fave, le lenticchie, sono capaci di produrre lo stesso corpo che nasce dal sangue della madre e che vien impiegato alla formazione del sangue nel corpo del giovane animale. Nella caseina, che per la sua

grande solubilità e la incoagulabilità al calore distinguesi dalla fibrina e dall'albumina; il giovane animale riceve dunque, in quanto alle sue parti costituenti, il sangue della sua madre. Per la trasformazione della caseina in sangue non occorre l'intervento di una terza sostanza, e nessuna delle parti costituenti del sangue della sua madre separasi dal sangue, allorchè questo convertesi in caseina. La caseina del latte contiene, chimicamente combinata, una quantità assai più considerabile di fosfato di calce che il sangue, la quale vi si trova in istato di estrema solubilità e quindi disposta ad esser trasportata in tutte le parti del corpo. Anche nel primo periodo della vita del giovane animale, lo sviluppo ed il perfezionamento de'sostenitori dell'attività vitale trovasi legato al ricevimento di una materia, la quale, rispetto alle sue parti organiche costituenti, è identica nella sua composizione con le principali parti che costituiscono il suo sangue.

Ma quali sono dunque le funzioni del grasso del butirro e dello zucchero di latte? Perchè queste sostanze sono indispensabili alla vita dell'animale? Nè il butirro, nè lo zucchero di latte contengono basi fisse, calce, soda o potassa; lo zucchero di latte ha una composizione simile a quella delle ordinarie specie di zucchero, a quella dell'amido, della gomma e della pettina, materie tutte che son formate di carbonio e degli elementi dell'acqua, e ciò esattamente nelle proporzioni stes-

se in cui formano l'acqua. Mercè queste sostanze prive di azoto, quelle contenenti azoto ricevono una certa quantità di carbonio, o di carbonio e d'idrogeno come nel butirro. Vi ha dunque un eccesso di elementi il quale non può servire affatto alla sanguificazione, appunto perchè gli alimenti contenenti azoto racchiudono di già precisamente le quantità di carbonio che abbisognano alla produzione della fibrina e dell'albumina. È un fatto incontestabile, che in un animale carnivoro adulto, il quale da un giorno all'altro non accresce nè diminuisce sensibilmente il suo peso, l'assimilazione del cibo, la commutazione degli organi ed il consumo di ossigeno, stieno tra loro in una relazione ben determinata. Il carbonio dell'acido carbonico esalato, quello dell'urina, l'azoto dell'urina e l'idrogeno, il quale come ammoniaca e come acqua abbandona il corpo, questi elementi presi insieme debbono essere esattamente eguali in peso al carbonio, all'idrogeno ed all'azoto degli organi trasformati, ed anche al carbonio, all'idrogeno ed all'azoto degli alimenti stessi, tutte le volte che siffatti organi sono perfettamente risarciti dagli alimenti. Se così non fosse il peso dell'animale non potrebbe rimanere costante.

Ma il peso del giovane animale carnivoro, che si sviluppa, non rimane lo stesso, anzi al contrario da giorno in giorno si aumenta di una quantità che può esser determinata. Questo fatto pre-

suppone, che il processo dell'assimilazione nel giovane animale è più energico e più intenso del processo, pel quale gli organi già esistenti vengono rinnovati. Se le due attività fossero eguali il peso dell'animale non potrebbe aumentare, e se il consumo fosse maggiore il peso dovrebbe necessariamente diminuire. Il giovane animale riceve le parti costituenti del suo sangue dalla caseina del latte; si opera una trasformazione degli organi già esistenti, poichè vi ha luogo la secrezione della bile e dell'urina; la sostanza degli organi trasformati esce dal corpo sotto forma di urea, di acido carbonico, e di acqua, ma il butirro e lo zucchero del latte consumato sono anch'essi spariti, senza che si possano ritrovare nelle fecce. Il butirro e lo zucchero di latte sono usciti sotto la forma di acqua e di acido carbonico, ed il loro trasformarsi in combinazioni ossigenate dimostra in modo evidente, che l'animale ha assorbito molto più di ossigeno di quel che abbisognava per formare acido carbonico ed acqua, col carbonio e coll'idrogeno degli organi rinnovati. L'alterazione e le metamorfosi che si operano negli organi durante il processo di vita del giovane animale, somministra dunque in un dato tempo assai meno di carbonio e d'idrogeno, nella forma opportuna alla respirazione, di quello che corrisponda alla quantità dell'ossigeno intromesso; la stessa sostanza degli organi proverebbe uno scambio più rapido di materie, e succum-

berebbe all'azione dell'ossigeno, se il mancante carbonio e l'idrogeno non fossero offerti da un'altra sorgente. Il progressivo incremento della massa, il libero e non interrotto sviluppo degli organi del giovane animale, dipende dunque dalla presenza di materie straniere, le quali nel processo della nutrizione non fanno altro, che preservare gli organi che si rinnovano, dall'azione dell'ossigeno, poichè le parti costituenti di siffatte materie son quelle, che si combinano coll'ossigeno. Gli organi non potrebbero incaricarsi essi stessi di questa resistenza senza succumbere, od in altre parole, un incremento in massa, durante eguale il consumo dell'ossigeno, sarebbe assolutamente impossibile. Da quanto precede non può rivocarsi più in dubbio lo scopo per cui la natura aggiunse all'alimento de'giovani mammiferi delle materie prive di azoto, di cui il loro organismo non può servirsi alla nutrizione propriamente detta, ovvero alla sanguificazione, e le quali non sono più necessarie al mantenimento delle funzioni vitali nell'animale adulto.

L'atto di nutrizione presentasi dunque nell'animale carnivoro in due forme, delle quali vediamo l'una ricomparire negli animali erbivori e granivori. In questa classe di animali noi osserviamo, che durante la vita intera la loro esistenza è legata all'immissione di materie, le quali hanno una composizione identica o simile a quella dello zucchero di latte. In tutte le sostanze di

cui nutrisconsi trovasi sempre mescolata una certa quantità di amido, di gomma, di zucchero, o di pettina. Il modo in cui siffatte sostanze prive di azoto concorrono alla nutrizione degli erbivori, presentasi in modo chiaro e convincente, considerando, che la quantità del carbonio dagli animali consumata nei loro cibi che contengono azoto, è proporzionatamente assai piccola e non trovasi affatto in proporzione coll'ossigeno assorbito e consumato mercè i polmoni e la cute. Un cavallo p. es. può esser mantenuto in buonissimo stato dandogli giornalmente per cibo 15 libbre (= 240 once) di fieno e 4 1/2 libbre (= 72 once) di avena. Or se noi ci rappresentiamo tutto il contenuto in azoto di queste sostanze alimentari, come dall'analisi chimica fu determinato (fieno 1,5, avena 2,2 per cento), convertito in sangue, cioè in fibrina ed in albumina, ammettendo nel sangue puranche 80 per cento di acqua, ne risulta che il cavallo riceve giornalmente non più di 49,20 once di azoto, le quali corrispondono a qualche cosa di più che 8 libbre di sangue. Ma insieme con le altre parti elementari che trovaronsi unite a questo azoto, l'animale ha ricevuto soltanto 14 4/10 di carbonio.

Senza fare altri calcoli, ognuno consentirà che il volume di aria che il cavallo inspira ed espira, che la quantità di ossigeno da esso consumata, e perciò anche quella del carbonio uscito,

è molto più grande che nel processo di respirazione dell'uomo. Or un uomo adulto consuma giornalmente circa 14 once di carbonio, mentre il cavallo, giusta la determinazione di Boussingault, ne espira nel tempo stesso 79 once. Questa valutazione non può gran fatto differire dalla verità. Nelle parti elementari degli alimenti le quali contengono azoto, il cavallo riceve perciò soltanto un poco più del quinto del carbonio, di cui il suo organismo abbisogna pel mantenimento del processo respiratorio; ed in quanto alle altre quattro quinte di carbonio, che mancano nelle parti elementari, che contengono azoto, noi vediamo, che la sapienza del Creatore le ha aggiunte, sotto moltiplici forme di amido, di zucchero ecc., a tutti gli alimenti dell'animale, senza eccezione, che non potrebbero restarne privi, senza succumbere all'azione dell'ossigeno.

Egli è chiaro, che nell'organismo degli erbivori, il cibo dei quali contiene una quantità proporzionatamente assai piccola di parti sanguificanti, l'atto della trasformazione degli organi esistenti, ed in conseguenza la rinnovazione ossia la riproduzion loro, si opera in modo assai meno rapido che presso i carnivori; poichè se questa funzione avesse luogo con eguale celerità negli erbivori come ne' carnivori, una vegetazione mille volte più ricca non basterebbe al loro nutrimento: lo zucchero, la gomma, l'amido non sa-

rebbero più di assoluta necessità al mantenimento della vita loro, appunto perchè, in tal caso, i prodotti carboniferi provenienti dalle trasformazioni de'loro organi, basterebbero a mantenere il processo della respirazione.

LETTERA XXI.

Permettetemi oggi di applicare i principî, che formarono il contenuto delle mie ultime due lettere, alla condizione del nostro proprio genere.

L'uomo carnivoro abbisogna per la sua conservazione e pel suo nutrimento di un terreno immenso, più vasto e più esteso ancora di quello che abbisogna al lione ed alla tigre, perchè presentandosi la occasione, egli uccide senza che si cibi sempre di ciò che ha ucciso. Una nazione di cacciatori ristretta sopra una superficie limitata è assolutamente incapace di moltiplicarsi; il carbonio indispensabile alla respirazione gli deve essere somministrato dagli animali, di cui soltanto un numero limitato può vivere sopra la data superficie. Questi animali raccolgono dalle piante le parti costituenti degli organi e del sangue loro e le cedono agl' Indiani i quali vivono con la caccia, e le consumano senza accompagnarle con quelle

sostanze prive di azoto, che alimentavano il processo respiratorio degli animali mentre vivevano; nell'uomo che si ciba di carne il carbonio di questa è quello che deve sostituirsi a quello dell'amido e dello zucchero. Ma in 15 libbre di carne non è contenuto più di carbonio che in 4 libbre di amido; e mentre l'Indiano consumando la carne di un solo animale di unita ad un peso corrispondente di amido, potrebbe conservare la sua vita e la sua salute per un dato numero di giorni, esso deve consumare cinque animali onde procurarsi il carbonio indispensabile alla sua respirazione durante questo stesso tempo.

Facilmente si vede la intima connessione che vi ha tra l'agricoltura e la propagazione del genere umano. L'agricoltura non ha finalmente altro scopo che di produrre, nel più piccolo spazio possibile, un massimo di sostanze adatte all'assimilazione ed alla respirazione. Nella gomma, nell'amido e nello zucchero, le piante cereali e le leguminose ci provvedono non solamente del carbonio, che preserva i nostri organi dall'azione dell'ossigeno e produce nell'organismo il calore indispensabile alla vita, ma nella fibrina e nell'albumina e nella caseina queste piante ci somministrano ancora il nostro sangue, da cui sviluppansi tutte le altre parti costituenti del nostro corpo. L'uomo che si ciba di carne respira non altrimenti che l'animale carnivoro a spese delle materie provenienti dalla trasformazione de'suoi organi, ed al

pari che nelle gabbie de'nostri serragli il lione, la tigre, la iena debbono accelerare la trasformazione de'loro organi, mercè un continuo movimento, onde produrre le materie indispensabili alla respirazione, deve l'Indiano pure per lo stesso fine sottomettersi ai più grandi sforzi ed alle più onerose fatiche; egli deve impiegare parte della sua forza unicamente per produrre la materia inserviente alla sua respirazione. La coltura è la economia della forza; la scienza c'insegna i mezzi più semplici per ottenere il massimo effetto con la minima spesa di forza, e per produrre un *maximum* di forza con mezzi dati. Ogni inutile manifestazione di forza, ogni malversazione di forza nell'agricoltura, nella industria e nella scienza, non altrimenti che nella economia politica caratterizzano il barbarismo o la mancanza di coltura.

Da quanto precede risulta, che i mezzi servienti alla nutrizione dell'uomo possonsi dividere in due classi: cioè in alimenti che contengono azoto ed in alimenti che ne sono privi. I primi hanno la facoltà di trapassare in sangue, gli altri non godono più di un tale privilegio. Dagli alimenti atti alla sanguificazione nascono le parti costituenti degli organi; gli altri servono nello stato normale al mantenimento della respirazione, ossia alla produzione del calore animale. Noi chiameremo alimenti plastici le sostanze che contengono azoto, ed alimenti della respirazione quelle che ne sono prive.

ALIMENTI PLASTICI SONO:

La fibrina vegetale,
L'albumina vegetale,
La caseina vegetale,
La carne, ed
Il sangue degli animali.

ALIMENTI DELLA RESPIRAZIONE SONO:

Il grasso,
L'amido,
La gomma,
Le diverse specie di zucchero,
La pettina,
La bassorina ecc.,
Il vino,
La birra,
L'acquavite.

Dalle ricerche analitiche risulta come un fatto generalissimo, a cui finora neppure una sola esperienza si oppone, che tutte le parti delle piante, contenenti azoto, godono una composizione identica con le principali parti elementari del sangue Nessun corpo azotifero, di cui la composizione differisce da quella della fibrina, dell'albumina e della caseina, ha il poter di mantenere nell'animale il processo della vita. L'organismo animale possiede incontrastabilmente la fa-

coltà di generare, dalle parti che compongono il suo sangue, la sostanza delle sue membrane e delle cellule, quella dei nervi e del cervello, nonchè le parti organiche che costituiscono le coste, le cartilagini e le ossa; ma il suo proprio sangue deve essergli amministrato fatto e buono, tranne la forma, altrimenti la sanguificazione si arresta e la vita è finita. La grande discussione agitata per molti anni innanzi all'Accademia francese sulla nutrizione della gelatina animale (zuppa ottenuta dalle ossa *Knochensuppe*) può ora risolversi in un modo semplicissimo. Oggidì si spiega facilmente perchè gli organi producenti la colla, la gelatina delle ossa o delle membrane, siano inetti alla nutrizione ed al mantenimento del processo vitale, ossia perchè la loro composizione non corrisponda a quella della fibrina e dell'albumina nel sangue. Questo vuol dire soltanto, che gli organi nel corpo animale, per mezzo dei quali si opera la sanguificazione, non hanno la forza di far succedere una metamorfosi nell'ordine in cui gli elementi della gelatina (organi che danno la colla o la condrina) trovansi disposti. La facoltà di scomporre la gelatina e di fare che certi elementi se ne separino in modo, che possa diventare di bel nuovo albumina e fibrina, non è affatto proprietà dell'organismo, poichè altrimenti non si potrebbe capire come avvenga, che nel corpo dell'uomo succumbente alla inedia, tutte le cellule, i tendini e le membrane persistano nelle loro

forme e proprietà, mentre tutte le altri parti capaci di disciogliersi spariscono. Tutte le membra del cadavere conservano la loro connessione, che devono a quelli organi da cui ricavasi la colla.

Dall'altra parte noi vediamo, che un cane il quale ha inghiottito delle ossa non ne rende altro negli escrementi che la sola terra ossea (fosfato di calce), e che la gelatina è sparita tutta nel suo corpo; lo stesso noi osserviamo ancora negli uomini, i quali prendono negli alimenti loro proporzionatamente più di gelatina (in brodo di carne) che di altre sostanze; questa gelatina non vien evacuata da essi, nè per le urine, nè per le fecce; dunque evidentemente ha sofferto un'alterazione nel corpo e vi fu impiegata a certi fini. Chi non ha veduto egli stesso gli esperimenti potrà difficilmente formarsi una idea della forza, con cui la gelatina resiste alla scomposizione per la influenza degli agenti i più energici; intanto non vi ha il minimo dubbio che non sia cacciata dal corpo sotto una forma diversa da quella in cui vi fu intromessa.

Rispetto alla trasformazione dell'albumina in sangue e da questo in una parte costituente di un organo, che contiene fibrina, non si può rilevare alcuna contraddizione da ciò che entrambe queste sostanze sono identicamente composte. Noi troviamo anzi al contrario comprensibile e spiegato sotto l'aspetto chimico, che una sostanza solubile e sciolta, per es. l'albumina, si converta in

un sostegno insolubile dell'attività vitale, in fibrina, in fibra muscolare, appunto perchè esse sono identiche nella loro composizione. Quindi non devesi rigettare come inammessibile la opinione che la gelatina mangiata in istato di soluzione si converta di bel nuovo nell'organismo in cellule, in membrane o in una parte costituente delle ossa, e che possa servire a far rinnovare ed accrescere la massa degli organi gelatinosi, che hanno sofferta una alterazione. E se la forza della riproduzione varia nell'intiero corpo conforme varia lo stato della salute, egli è chiaro, che ancora nel caso in cui la facoltà della sanguificazione rimanesse la stessa, la forza organica, in virtù della quale le parti costituenti del sangue diventano membrane e cellule, deve necessariamente essersi diminuita nello stato di malattia. La intensità della forza vitale, la sua facoltà in generale di operare delle metamorfosi, scema nello stomaco dell'infermo del pari che in tutte le altre parti del corpo. La medicina pratica dimostra in tal caso, che la ingestione delle sostanze gelatinose disciolte, esercita una decisiva influenza sullo stato del corpo ammalato; venendogli queste arrecate sotto una forma, in cui si prestano all'assimilazione (come per es. sotto la forma di brodo di carne, brodo di ossa ecc.) esse servono a risparmio di forza, in modo analogo come ciò ha luogo in favore dello stomaco, mercè i cibi convenientemente preparati. La fragilità delle ossa che

si osserva negli animali erbivori, proviene evidentemente da una debolezza in quelle parti dell'organismo, che sono destinate ad effettuare le metamorfosi delle parti elementari del sangue, in sostanza cellulare; e se le osservazioni dei medici, che hanno dimorato nell'oriente, meritano fiducia, le donne turche, che si nutriscono di riso e prendono frequenti clisteri di brodo di carne, hanno in ciò riunite le condizioni necessarie alla formazione delle cellule e del grasso.

LETTERA XXII.

NESSUNO ignora che nello spazio limitato, benchè vastissimo, occupato dal mare, esistano mondi intieri di piante e di animali che si succedono gli uni agli altri; che una generazione di questi animali riceve tutti i suoi elementi dalle piante, e che le parti costituenti degli organi dopo la morte dell'animale, riassumano la primitiva forma loro, in cui servono ad alimentare una nuova generazione di piante.

L'ossigeno, che gli animali del mare respirando sottraggono all'aria che trovasi sciolta nell'acqua, e la quale è così ricca di ossigeno (essa ne contiene da 32 a 33 per cento in volume, mentre quella atmosferica ne contiene solamente 21 per cento), viene di bel nuovo restituito all'acqua, mercè le funzioni vitali delle piante marine. Questo ossigeno si unisce ai prodotti della putrefazione dei corpi animali morti, convertendone il car-

bonio in acido carbonico e l'idrogeno in acqua, mentre l'azoto dei medesimi ripiglia la forma di ammoniaca.

Noi osserviamo nel mare, senza che alcuno elemento vi venga aggiunto o sottratto, effettuarsi una circolazione continuata, la quale non nella sua durata, ma bensì nel suo circuito ha dei confini, i quali sono la quantità limitata di sostanze nutritive delle piante e lo spazio determinato che la racchiude.

Sappiamo, che per le piante marine non può essere quistione che venisse loro arrecato il nutrimento dall'*humus*, mercè le radici. In fatto, qual nutrimento può trarre la radice grossa quanto un pugno della zostera gigantesca da uno scoglio ignudo, la cui superficie non presenta neanche la minima alterazione? Intanto questa pianta giugne all'altezza di 360 piedi (Cook) ed un solo individuo nutrisce con le sue foglie e coi rami migliaia di animali marini. Le piante di tal fatta, come ognuno se ne persuade, hanno bisogno soltanto di un punto a cui possonsi attaccare e che le impedisce di mutar sito, ovvero di un contrappeso per lo quale si trovi compensato il loro peso specifico minore; esse vivono in un mezzo che provvede ogni loro parte del necessario nutrimento; poichè l'acqua marina non contiene solamente acido carbonico ed ammoniaca, ma contiene altresì i fosfati ed i carbonati alcalini, nonchè i sali terrosi di cui la pianta marina ha bisogno pel suo

sviluppamento, e che nelle ceneri di essa ritroviamo quali parti costituenti che non vi mancano giammai. Tutte le esperienze fanno conoscere, che le condizioni, le quali assicurano la esistenza e la durata delle piante marine sono quelle stesse, che promuovono la vita delle piante terrestri.

Ma la pianta terrestre non vive come la pianta marina in un solo mezzo, che contenga tutti gli elementi di essa e ne circondi ogni parte dei suoi organi; essa vive tra due mezzi, dei quali, l'uno (il terreno) contiene le parti elementari, che mancano all'altro (l'atmosfera).

Come è possibile, si domanderà, che siasi potuto rivocare in dubbio la parte che il suolo, o meglio, le sue parti costituenti, prendono al prospero incremento del mondo vegetabile? che vi sia stato un tempo, in cui siansi potute considerare come non essenziali e non necessarie le parti minerali elementari delle piante? Poichè alla superficie della terra ancora si è osservato lo stesso movimento di circolazione, uno scambio non mai interrotto, un perpetuo disturbo e ristabilimento dell'equilibrio. Le esperienze nell'agricoltura fanno conoscere, che l'accumulamento di materia nelle piante, sopra una data superficie, cresce adducendovi certe sostanze, gli elementi delle quali appartenevano in origine, come parti costituenti, alla medesima superficie di terreno, e furon da questa portati via in forma di piante.

Gli escrementi dell'uomo e degli animali provengono dalle piante, e sono appunto quelle materie che, durante il processo vitale dell'animale o dopo la sua morte, riacquistano la forma stessa, che avevano prima come parti costituenti del suolo. Noi sappiamo che l'atmosfera non contiene alcuna di queste sostanze e non ne rimpiazza alcuna; sappiamo che togliendole da una terra in coltura, ne siegue una ineguaglianza nella produzione, una mancanza della fertilità, e che restituendole queste materie ne otteniamo la fecondità, la quale possiamo anche accrescere maggiormente.

Con tante e così convincenti prove potrà mai rimanere il minimo dubbio sull'origine delle parti costituenti degli animali e delle piante, sulla utilità degli alcali, dei fosfati e della calce, ovvero su' principii sopra i quali poggia l'agricoltura ragionata?

Fondasi forse l'arte dell'agricoltura sopra altra base che su quella della ripristinazione del turbato equilibrio? Potrassi mai sperare che un paese ricco e fertile con un fiorente commercio, che da secoli esporta i prodotti del suo suolo nella forma di bestiame e di frumenti, conservi la sua fertilità, qualora lo stesso commercio non gli può restituire sotto forma di concime le parti costituenti delle sue terre coltivabili che da queste furono sottratte, e che l'atmosfera non può restituirle? Non toccherebbe per avventura a un siffatto

paese la sorte che corse la Virginia, una volta così ricca e fertile, in cui oggigiorno non è più coltivabile nè il frumento, nè il tabacco.

Nelle grandi città d'Inghilterra si consumano i prodotti dell'agricoltura inglese e quelli ancora di terre straniere; ma da una immensa superficie le parti elementari del suolo, indispensabili alle piante, non tornano più ai campi coltivati. Le disposizioni, che collegansi ai costumi ed alle abitudini del popolo e che sono proprietà particolari di quel paese, rendono difficile, se non impossibile, la cura di raccogliere la immensa quantità di fosfati (delle sostanze minerali più importanti, benchè contenute nel suolo in piccolissima quantità), che vanno perduti ogni giorno nei fiumi in forma di escrementi solidi e liquidi. Noi vedemmo succedere il fatto notabile che per la importazione delle ossa (del fosfato di calce) dal continente, le terre coltivate d'Inghilterra, così esaurite di fosfati, hanno, come per incanto, raddoppiato la rendita loro! Ma qualora la esportazione delle ossa dovesse perdurare nella stessa proporzione, il suolo della Germania deve per necessità a poco a poco privarsene, e la perdita ne sarebbe tanto più risentita, in quanto che una sola libbra di ossa racchiude altrettanto di acido fosforico come uno intiero cantaio di frumento.

La imperfetta cognizione della natura e delle proprietà della materia diede durante il periodo alchimistico origine all'opinione, che i metalli, come

l'oro, si sviluppassero da un seme. Nei cristalli e nelle loro ramificazioni, si videro le foglie ed i rami della pianta metallica, e tutti gli sforzi si concentrarono a trovare il seme e la terra idonea al suo sviluppo. Poichè senza aggiungere in apparenza cosa veruna ai semi ordinarî delle piante, se ne vedevano sviluppare dei gambi ed insino dei fusti, che cacciavano dei fiori, i quali tornavano a portar semi; se fosse riuscito di trovare i semi dei metalli, potevansi aspettare da essi le stesse raccolte.

Speranze di tal fatta potevano soltanto nascere in un tempo, in cui nulla di positivo conoscevasi dell'atmosfera, in cui non si aveva alcun presentimento della parte, che la terra e l'aria prendono ai processi della vita nelle piante e negli animali. La chimica isola oggigiorno gli elementi dell'acqua, compone l'acqua stessa con tutte le sue proprietà mercè questi elementi, ma non ha i mezzi di creare questi elementi e deve contentarsi di ricavarli dall'acqua; e l'acqua con essi artificialmente formata è già stata acqua dapprima. Molti de'nostri economi rurali somigliano agli antichi alchimisti: come quelli cercavano la pietra filosofale, essi vanno trovando il seme maraviglioso; il quale, senza aver bisogno di alimento, si moltiplichi al centuplo sul loro suolo, mentre questo stesso suolo ha appena per le piante da essi ben conosciute la necessaria fertilità!

Le sperienze già fatte da centinaia e migliaia di

anni non sono sufficienti a preservarli da sempre nuove illusioni, e solamente la cognizione dei veri principî scientifici può dare la necessaria forza per resistere a superstizioni di tal fatta.

Nei primi tempi della filosofia della natura si attribuì alla sola acqua lo sviluppo dei corpi organici; indi poi si fece derivare dall'acqua e da certe parti costituenti dell'aria: oggigiorno noi sappiamo che ci vogliono ancora altre condizioni essenzialissime, a cui il suolo deve soddisfare, affinchè la pianta acquisti la facoltà di moltiplicarsi.

La quantità delle materie atte a servire alla nutrizione delle piante, e che son contenute nell'atmosfera, è limitata; ma non pertanto essa deve perfettamente bastare a ricuoprire l'intiera superficie del globo con una ricca vegetazione.

Non lasciamo inosservato il fatto, che sotto i tropici ed in quelle regioni della terra, ove le condizioni generali della fertilità, come l'umido, un suolo conveniente, l'aria ed una temperatura più elevata, trovansi riunite, che colà la vegetazione è appena contenuta dallo spazio, che quivi se il suolo non basta a fissare le piante, le piante stesse, morendo, le loro scorze e rami assumono le funzioni del suolo. Egli è chiaro, che le piante di queste regioni non sono prive dell'alimento, che l'atmosfera le deve somministrare, e questo stesso alimento non manca nemmeno alle nostre piante da coltura. Mercè la continuata

agitazione dell'atmosfera vien portato a tutte le piante una eguale quantità degli alimenti atmosferici che son loro indispensabili per lo sviluppo; l'aria sotto i tropici non ne contiene più dell'aria delle zone fredde, e ciò non ostante, quanto sembra diverso il potere produttivo di due superficie eguali di terreno in queste diverse regioni!

Tutte le piante delle regioni tropicali, le palme da olio e da cera, la canna da zucchero, *comparate con le nostre piante coltivate*, contengono soltanto in piccola quantità le parti costituenti del sangue, che sono indispensabili alla nutrizione dell'animale. Tutte li tuberi della patata, pianta che nel Chili giunge alla dimensione di un arbusto, raccolte da un intiero moggio (*Morgen*) di terreno, basterebbero appena ad alimentare, per un sol giorno, la vita di una famiglia irlandese (Darwin). Le piante alimentari, che sono l'oggetto della coltivazione, altro non sono che mezzi per produrre queste parti costituenti del sangue. Mancando gli elementi che il suolo deve somministrare per produrle nelle piante, potrà forse formarsi dell'amido, dello zucchero, del legno, ma non potranno giammai formarsi questi elementi del sangue. Volendo noi produrne, sopra un campo di una data superficie, più di quel che le piante di questa stessa superficie, vivendo nello stato libero, silvestre e normale, possono attirare dall'atmosfera o ricevere dal suolo, è necessario creare un'atmosfera artificiale, aggiugnendo al

suolo quelle parti costituenti, che gli mancano.

Il nutrimento, che in un dato tempo deve arrecarsi ai diversi vegetabili, onde farli giungere ad un libero e perfetto sviluppo, è assai ineguale.

Pochissime specie di piante, in massima parte delle soie perenni prosperano sull'arida sabbia, sul terreno puramente calcare o sulle rocce ignude; le piccole quantità di sostanze minerali che il terreno, sul quale vegetano, e che per altro piante sarebbe sterile, può loro offrire ancora in quantità sufficiente, bastano alla loro lenta vegetazione. Le piante annue, e propriamente quelle estive, crescono e giungono a tutta la loro perfezione in un tempo proporzionatamente meno lungo, ma non riescono in un suolo povero in sostanze minerali necessarie al loro sviluppo; per far ad esse acquistare la massima grossezza nel breve tempo assegnato alla loro vita, il nutrimento che l'atmosfera può loro offrire non è sufficiente. Volendo riuscire, mercè la coltivazione, nello scopo che ci abbiamo prefisso, è necessario creare per esse nel suolo stesso, un'atmosfera artificiale d'acido carbonico e d'ammoniaca, e questo soprappiù di alimento, che le foglie non possono appropriarsi dall'atmosfera, deve venir loro arrecato mercè gli organi nel suolo, che corrispondono alle foglie. Ma il solo acido carbonico di unita all'ammoniaca non basta a costituire una parte elementare della pianta, ovvero una sostanza nutritiva per l'ani-

male, senza gli alcali non può formarsi albumina, senza i fosfati e senza i sali terrosi non può formarsi nè fibrina nè caseina vegetale. L'acido fosforico del fosfato di calce, che noi vediamo come escremento segregarsi in sì grandi quantità sulle scorze e sull'epidermide delle piante legnose, è indispensabile, come sappiamo, allo sviluppo de'semi nelle nostre piante cereali e nelle leguminose.

Ma quanto non differiscono dalle piante estive, le piante sempre verdi, le piante grasse, i muschi, gli alberi a foglie aghiformi e le felci! Nella state e nell'inverno queste in ogni tempo del giorno ricevono carbonio per mezzo delle loro foglie, le quali assorbiscono dell'acido carbonico, che il suolo infertile loro non può somministrare; le loro foglie coriacee o carnose ritengono con gran forza l'acqua assorbita, e ne perdono, al confronto con altri vegetabili, soltanto una piccola quantità per evaporazione.

In fine quanto è insignificante la mole delle sostanze minerali, che in tutto l'anno esse ricavano dal suolo durante il loro incremento quasi continuo, paragonandola con la quantità delle stesse sostanze che, per esempio una raccolta di frumento dello stesso peso riceve in tre mesi dal suolo!

Nell'estate quando manca la umidità, mercè la quale la pianta riceve dal suolo gli alcali ed i sali, che le sono indispensabili, osserviamo un fenomeno, il quale sembrava al tutto inesplicabile prima che fosse stata riconosciuta la importanza

delle sostanze minerali come alimenti delle piante. Noi vediamo cioè, che le foglie vicino al suolo, che furono le prime a svilupparsi perfettamente, perdono la loro vitalità, si raggrinzano, ingialliscono e cadono senza che alcuna cagione nociva operi visibilmente sur esse. Siffatto fenomeno non si osserva in questa forma negli anni umidi, nè tampoco osservasi nei vegetabili sempre verdi, e soltanto rare volte manifestasi nelle piante che cacciano lunghe o profonde radici; nei vegetabili perenni poi si mostra solamente in autunno e nell'inverno.

La cagione di siffatto estinguersi delle piante è oggidì nota a chicchesia. Le foglie già formate e giunte al loro perfetto sviluppamento, assorbiscono incessantemente dall'aria acido carbonio ed ammoniaca, che trasformansi in parti costituenti nuove foglie, nuove gemme e nuovi germogli; ma questa trasformazione non può effettuarsi senza la cooperazione degli alcali e delle altre parti costituenti minerali. Fintanto che il suolo è umido queste vengono arrecate continuamente alla pianta, la quale conserva il suo colore vivo e verde; ma se in tempo secco, per mancanza di acqua, queste provvisioni vengono meno, allora succede nella pianta stessa una divisione. Le parti minerali costituenti del succo delle foglie di già sviluppate vengono a queste involate per essere impiegate all'incremento dei teneri germogli, ed allorchè il seme va incontro al suo sviluppo, queste

foglie perdono intieramente la facoltà di perdurare in vita. Le foglie vizze contengono soltanto tracce di sali solubili, mentre le gemme ed i germogli ne sono oltremodo ricchi.

Da un'altra parte notiamo che in un terreno provveduto troppo abbondantemente di sali, per un eccesso di parti minerali solubili, molte piante, e specialmente quelle economiche, segregano sulla superficie delle foglie loro dei sali, che ricoprono le foglie di una crosta bianca di aghi confusi. Per effetto di siffatta esalazione, le piante si ammalano, la loro attività organica ne vien diminuita, l'accrescimento perturbato, e durando un tale stato troppo a lungo esse vanno a morire. Questo fenomeno osservasi particolarmente nelle piante provvedute di molte foglie con grandi superficie, che esalano quantità considerevoli di acqua.

Per lo più le rape, le zucche, ed i piselli soccombono a questa malattia, allorchè dopo una lunga siccità, all'epoca in cui la pianta trovasi vicina ma non ancora giunta allo sviluppo perfetto, il suolo è inumidito da forti ma brevi rovesci di pioggia ed allorchè a questi succede di bel nuovo un tempo secco. La esalazione essendo allora più attiva, la pianta imbevesi per le radici di una quantità di sali assai maggiore di quella che essa può assimilarsi. Siffatti sali fioriscono allora sulla superficie delle foglie e, se queste sono erbacee e succose, vi producono lo stesso effetto come se le foglie fossero state inaffiate con una soluzio-

ne salina in cui il sale trovasi in maggior abbondanza di quel che comporta l'organismo della pianta. Di due piante della stessa specie, questa malattia tocca sempre quella che più si accosta al suo perfetto sviluppo; se l'una di esse è stata piantata più tardi, od è rimasta indietro nel suo sviluppo, allora le stesse cagioni che all'altra furono perniciose, contribuiscono a promuovere lo sviluppo in questa.

LETTERA XXIII.

In talune delle antecedenti lettere cercai di esporre le mie idee su' diversi alimenti e sullo scopo a cui essi servono nell'organismo animale. — Nella mia lettera di oggi toccherò un subbietto di non minore importanza, i mezzi cioè pei quali, sopra una data superficie di terreno, si può produrre un *maximum* di siffatte parti nutritive per gli animali e per gli uomini.

L'economia rurale è arte e scienza ad un tempo. La sua base scientifica abbraccia la cognizione di tutte le condizioni della vita de' vegetabili, non che quella dell'origine dei loro elementi e delle sorgenti del loro nutrimento. Da questa cognizione derivano regole determinate per l'esercizio dell'arte, i principî della necessità o utilità di tutte le operazioni meccaniche dell'agricoltura, quali preparano e favoriscono lo sviluppo dei vegetabili e mettono da banda le influenze che posso-

no essere loro perniciose. Nessuna esperienza fatta nell'esercizio pratico può essere in opposizione con i principî della scienza, appunto perchè questi altro non sono fuorchè la espressione intellettuale delle esperienze ricavate dall'insieme di tutte le osservazioni. La teorica non può trovarsi in contradizione con alcuna esperienza, poichè essa è soltanto la rivocazione di una serie di fenomeni alle loro ultime cagioni.

Un campo, in cui coltiviamo la stessa pianta per più anni consecutivi, diventa sterile per questa pianta stessa in tre anni, un altro campo soccombe alla stessa sorte dopo sette, un terzo dopo venti anni ed un quarto soltanto dopo un secolo. L'uno di questi campi produce frumento e non piselli, l'altro dà rape e non tabacco, il terzo frutta copiose raccolte di rape, ma non vi cresce il trifoglio. Qual'è la cagione che a poco la volta fa sì che un terreno perda la sua fertilità per una medesima pianta? Per qual motivo vi prospera una specie di piante mentre l'altra vi perisce? Queste sono le quistioni che si propone la scienza.

Quali mezzi sono indispensabili onde riuscire a far conservare ad un terreno la sua fertilità per una medesima pianta? per quali mezzi un campo rendesi fertile per due, tre, per tutte le piante coltivabili? Queste altre quistioni pone a sè l'arte, ma non è l'arte che le può risolvere.

Tuttavolta un agricoltore senza la guida di un giusto principio scientifico se si mettesse a far es-

so esperimenti per rendere un terreno nello stato di poter alimentare una pianta che altrimenti non vi riuscirebbe, potrà nutrire soltanto poca speranza per un buon successo; migliaia di agricoltori fanno prove di tal fatta in varie direzioni, il risultamento finale delle quali comprende una serie di esperienze pratiche, che riunite insieme formano un metodo di coltura, mercè del quale ottiensi l'intento in una certa contrada. Ma spesso accade che lo stesso metodo vien meno in un luogo accanto a quello ove riusciva, e cessa di offrire dei vantaggi per un'altra e per una terza contrada. Quanti capitali e quante forze non perdonsi in questi esperimenti! Quanto è diversa e più sicura la via che la scienza insegna, battendo la quale non solamente ci troviamo esenti dal rischio di non riuscire nel nostro intento, ma benanco ci vengono offerte tutte le guarentie possibili di guadagno. Se la cagione della cattiva riuscita ovvero dell'infertilità del terreno per una, due, tre piante è riconosciuta, i mezzi per rimediarvi presentansi da loro stessi. Le più positive osservazioni dimostrano che i metodi di coltura da un sito all'altro variano, a misura della costituzione geologica del terreno. Se noi c'immaginiamo che il basalto, la grauwache, il porfido, il grès, il calcare racchiudano, in proporzioni variabili, un certo numero di chimiche combinazioni che sono indispensabili allo sviluppo delle piante, e che un terreno fertile deve somministrarle, spiegherassi

in un modo semplicissimo la diversità che osserviamo ne'metodi di coltura; perchè egli è chiaro, che la quantità di siffatte parti costituenti contenuta nella terra coltivabile deve variare nella stessa relazione come la composizione delle rocce, che mercè il loro logoramento all'aria ed alla pioggia, hanno formato la terra vegetabile.

Il frumento, il trifoglio, le rape hanno bisogno di certe parti costituenti del suolo, e se un terreno non le contiene, queste piante non vi possono prosperare. La scienza ci apprende come, esaminando la cenere di queste, possiamo conoscere siffatte parti costituenti, e come analizzando un terreno e non rinvenendole in esso, troviamo la cagione della sua sterilità.

Ma con ciò vengono a noi puranche indicati i mezzi co' quali possiamo rimediare a questa infertilità. L'empirismo attribuisce tutto il successo dell'arte alle meccaniche operazioni dell'agricoltura; le considera come la parte più importante e non chiede mica le cagioni da cui deriva la loro utilità, e tuttavia questa cognizione è della massima importanza, poichè per essa l'impiego dei capitali e della forza regolansi nel modo più vantaggioso per esso, e ci troviamo nello stato d'impedire ogni inutile sprecamento dell'una e degli altri. Potrà mai credersi che il semplice traversare la terra col vomere e coll'erpice, che il contatto del ferro possa infondere, come per forza magica, la fertilità al terreno? Nessuno sarà di

questo parere, e ciò non pertanto questo problema non è ancora sciolto in agricoltura; mercè una diligente aratura certamente si divide meccanicamente in più minute parti, si scambia, s'ingrandisce e si rinnova la superficie del suolo, ma l'operazione meccanica altro qui non è che il semplice mezzo per giungere al vero scopo.

Nelle scienze naturali intendesi per effetto del tempo (e partitamente nell'agricoltura per maggese o riposo del campo) certe chimiche azioni, che gli elementi dell'atmosfera incessantemente esercitano sulla superficie della solida corteccia della terra. Per la influenza dell'acido carbonico, dell'ossigeno atmosferico o dell'umidità proveniente dalle acque piovane, certe parti costituenti delle rocce e dei brani loro, di cui componesi la terra coltivabile, acquistano la facoltà di sciogliersi nell'acqua e di seperarsi in virtù di questo stato di dissoluzione dalle parti non solubili.

Si sa che queste azioni chimiche sono quelle che noi ci raffiguriamo coll'espressione di *dente corrosivo del tempo*, che distrugge le opere degli uomini, e riduce a poco a poco le rocce più dure in polvere. Per la influenza di siffatte azioni certe parti costituenti nella terra vegetabile, rendonsi idonee all'assimilazione per le piante, e questo è appunto lo scopo a cui debbono mirare tutte le operazioni meccaniche dell' agricoltura. Siffatte operazioni debbono accelerare il logoramento on-

de poter offrire ad una nuova generazione di piante le parti costituenti del suolo, che le sono indispensabili, e ciò in quello stato che il meglio conviene alla loro assimilazione nella pianta. Egli è chiaro che il tempo, in cui lo stato di aggregazione solida in un corpo va a distruggersi, è tanto più breve per quanto è maggiore la superficie che presenta; quanto più sono i punti che in un dato tempo trovansi esposti all'influenza dell'agente, tanto più rapidamente si effettuirà la chimica azione.

Preparando un minerale per l'analisi, e volendo dare agli elementi suoi la facoltà di rendersi solubili, il chimico procede non altrimente che l'agricoltore col suo campo; egli deve sottomettersi alla più penosa, più noiosa e più difficile operazione per ridurre il minerale in una finissima polvere; sospendendo poi questa nell'acqua egli separa le parti più fine dalle altre più grosse, e mette la sua pazienza a tutte le pruove, perchè sa che il disgregamento non è giunto a perfezione e che la sua operazione fallirà qualora con ogni possibile cura non procedesse nella preparazione.

La influenza che l'ingrandimento della superficie di una pietra esercita sulla facilità, con cui la sua aggregazione vien distrutta, ovvero su' cambiamenti che essa prova per l'azione chimica degli elementi dell'aria e dell'acqua, si osserva sur una grande scala nelle miniere d'oro di Yaquil nel Chili, delle quali dobbiam a Darwin una importantissima descrizione. Il minerale aurifero è

ridotto co'molini in una finissima polvere, e le parti pietrose più leggiere vengono separate dalle particelle metalliche mercè un processo di lavatura. Una corrente di acqua porta via le prime, mentre le particelle dell'oro cadono in fondo del recipiente. La corrente dell'acqua limosa è condotta in stagni, ove il limo si deposita col riposo. Allorchè lo stagno coll'andare del tempo n'è pieno, si cava il limo depositato, se ne formano dei mucchi, che si abbandonano a se stessi, cioè all'azione dell'aria e dell'umidità. Per la natura del processo di lavamento a cui furono sottoposte le particelle della roccia ridotte in finissima polvere esse non possono più contenere parti solubili, poichè per la lavatura queste furono tolte via dalla corrente dell'acqua. Fintanto che il limo depositato rimaneva coperto da uno strato di acqua e quindi guarentito dal contatto dell' aria, esso non soffriva al fondo dello stagno alcuna alterazione; ma trovandosi ad un tempo esposto all'azione dell'aria e dell'umidità, vi si opera per tutta la massa una potente azione chimica, la quale si manifesta per l'apparizione di copiose efflorescenze saline che ne ricoprono la superficie. Dopo due o tre anni di esposizione all'aria, si procede di bel nuovo alla lavatura dello stesso limo divenuto duro e così si continua a fare per sei o sette volte e se ne ottengono ogni volta, benchè in proporzione sempre minore, nuove quantità di oro, che furono messe a nudo ovvero rendute separabili, mer-

cè quella chimica azione che produsse la efflorescenza. Questa appunto è quella stessa azione chimica che ha luogo nella terra lavorata dei campi e che noi accresciamo ed acceleriamo mercè le operazioni meccaniche della coltura. Rinnovando la superficie, noi cerchiamo di rendere tutte le particelle della terra da coltivarsi accessibili all'azione dell' acido carbonico e dell'ossigeno. Noi ci procuriamo così una provvisione di sostanze minerali solubili, che sono assolutamente indispensabili alla nutrizione ed allo sviluppo di una novella generazione di piante.

LETTERA XXIV.

La mia ultima lettera deve avervi dato qualche schiarimento intorno a' principî generali su cui fondasi l'arte dell'agricoltura. Mi resta ancor a richiamare la vostra attenzione su talune circostanze particolari che mi sembrano in preferenza adatte a dimostrare in modo convincente la intima connessione che v'è tra l'agricoltura e la chimica, nonchè la impossibilità di fare de' progressi in questa arte più di ogni altra importante, qualora ignoransi i principî di quella scienza.

Tutte le piante di coltura abbisognano di alcali, o di terre alcaline; ciascuna ne richiede una determinata proporzione. Le cereali non prosperano se l'acido silicico non è contenuto in istato solubile nel suolo. I silicati che incontriamo in natura distinguonsi essenzialmente tra loro per la maggiore o minore facilità con cui si disfanno all'aria o per la ineguale resistenza che le

loro parti costituenti oppongono al potere dissolvente degli agenti atmosferici. Il granito di Corsica è già ridotto in polvere, durante quello stesso tempo che non basta neanche a far perdere il lustro al granito polito di Bergstrasse.

Vi sono de'terreni tanto ricchi di silicati facili a disfarsi all'aria, che da un anno all'altro, o da due in due anni, vi si trova solubile ed atto all'assimilazione tanto di silicato di potassa di quanto ne abbisognano i gambi e le foglie di una intera raccolta di frumento. Non sono mica cosa rara in Ungheria le grandi estensioni di terreni, in cui a memoria di uomo, sulla stessa terra, si coltiva alternativamente il frumento ed il tabacco, senza che al suolo si restituisca mai alcuna delle sue parti costituenti minerali, che nella paglia e nel grano gli son tolte. Vi sono poi altri campi in cui la quantità di silicato di potassa necessaria ad una sola raccolta di frumento non arriva a diventar solubile se non dopo due, tre o più anni.

La parola maggese dinota dunque, nel senso più vasto, quel periodo di coltura, in cui si abbandona il suolo all'influenza dell'atmosfera onde arricchirlo di certe parti elementari solubili. Nel senso più stretto poi questa espressione si riferisce soltanto agl'intervalli di tempo da una raccolta di cereali all'altra; queste ultime, dovendo prosperare, hanno assolutamente bisogno di una provvisione abbondante di silice solubile nel suolo; e se noi coltiviamo nello stesso terreno patate

o rape, le quali non gli tolgono via alcuna delle particelle solubili di silice , dovrà il medesimo conservare la sua fertilità pel frumento che dopo vi si coltiva.

Da quanto precede risulta che il lavoro meccanico di un campo è il mezzo più semplice e più economico per rendere accessibili alle piante le materie contenute nel suolo, che le servono di alimento. Non vi ha dunque, potrà domandarsi, altri mezzi oltre quelli meccanici, che potrebbero servire a schiudere il suolo ed a facilitare all' organismo delle piante lo assorbimento delle parti costituenti di quello? Questi mezzi vi sono certamente, e tra essi la pietra calcare calcinata è uno di quelli di cui in preferenza si fa uso in grande già da un secolo in Inghilterra, e difficilmente si troverebbe un altro mezzo più semplice e più conducente allo scopo. Ma per formarci una giusta idea del modo come la calce opera sopra la terra vegetabile di un campo, egli è necessario ricordarsi di quei procedimenti di cui si vale il chimico preparando un minerale per indurre le sue parti costituenti a disciogliersi in un breve e dato intervallo di tempo.

Il feldspato per es. ridotto in polvere la più fina possibile e trattato semplicemente con un acido, ha bisogno di settimane e di mesi intieri per disciogliersi in esso, ma se lo mescoliamo con calce e lo esponiamo ad un debole calor rosso, la calce entra in combinazione chimica con le parti-

celle del feldspato. Una parte dell'alcali (potassa) che vi è racchiusa è messa in libertà, e basta ora versare sopra la combinazione un acido, per disciogliervi a freddo, non solo la calce, ma anche le altre parti elementari del feldspato. L'acido si appropria tanta quantità di silice, che forma con essa una gelatina trasparente.

Ora nel modo stesso che la calce, mercè l'influenza di una temperatura elevata, comportasi verso il feldspato, comportasi ancora la calce spenta con la maggior parte de' silicati alcalini a base di allumina, purchè stiano in istato umido per qualche tempo a mutuo contatto. Due mescolanze, una di argilla ordinaria da stoviglie o di terra da pipa con acqua, e l'altra di latte di calce, diventano più dense nell'istante stesso che si mischiano insieme. Se per mesi interi abbandoniamo in questo stato la mescolanza a se stessa, l'argilla mista col latte di calce si rapprende in gelatina allorchè vi si introduce un acido, proprietà che ad essa mancava quasi del tutto prima del suo contatto con la calce. Questa combinandosi con le parti costituenti dell' argilla ne opera la disgregazione, e quello ch'è ancora più notabile, la maggior parte degli alcali contenutivi trovasi posta in libertà. Queste belle osservazioni furono fatte per la prima volta da Fuchs in Monaco; non solo esse hanno dato delle dilucidazioni sulla natura e la proprietà della calce idraulica, ma, ciò che devesi riguardare come cosa più importante ancora, esse hanno

pure spiegato l'azione della calce spenta caustica sulle terre coltivabili, e somministrato all'agricoltura un mezzo preziosissimo per ischiudere il terreno, e mettere in libertà gli alcali indispensabili allo sviluppo delle piante.

I campi della contea di York e di Oxford offrono in ottobre l'aspetto di un suolo coverto di neve. Intiere miglia quadrate vedonsi coverte di çalce spenta o sfarinata all'aria, la quale durante i mesi umidi dell'inverno esercita la sua benefica influenza sopra il suolo compatto ed argilloso di quelle contrade.

Nel senso della teorica dell'*humus*, oggidì abbandonata, dovevasi supporre che la calce viva esercitasse una influenza ben nociva sopra il terreno, poichè distrugge le materie organiche contenute in questo, togliendole così la facoltà di poter cedere dell'*humus* ad una nuova vegetazione, ma appunto il contrario vi ha luogo, e la calce accresce la fertilità del suolo. Le cereali han bisogno di alcali e di silicati solubili, i quali mercè la calce diventano atti all'assimilazione per le piante. Se inoltre trovasi nel suolo una materia in atto di lenta combustione, che somministra alle piante acido carbonico, lo sviluppamento di queste ne verrebbe favorito, ma tuttavolta la presenza di una tale sostanza non è di assoluta necessità. Se noi provvediamo il suolo di ammoniaca e dei fosfati indispensabili alle cereali, qualora esso se ne trovasse sprovveduto, abbiamo con ciò

soddisfatto a tutte le condizioni per ottenere una abbondante raccolta, poichè in quanto all'acido carbonico l'atmosfera n'è un vero magazzino inesauribile. Una influenza non meno favorevole alla fertilità di un suolo argilloso, in luoghi ricchi di torba, opera la semplice calcinazione del suolo.

L'osservazione del cambiamento importante, che l'argilla soffre nelle sue proprietà mercè la calcinazione, è ancora molto recente, e fu fatta la prima volta nell'analisi minerale di diversi silicati a base di allumina. Molti di questi, che nello stato naturale non sono attaccati dagli acidi, diventano perfettamente solubili, se prima sono riscaldati insino all'incandescenza ed alla fusione. Ai silicati di tal fatta appartengono l'argilla da stoviglie e quella gialla, la terra da pipa, nonchè le diverse modificazioni di argilla che rinvengonsi nella terra coltivabile. Nello stato naturale questi silicati possono essere mantenuti per ore intiere in ebollizione, per es. nell'acido solforico concentrato, senza che vi si disciolgano sensibilmente; ma se l'argilla (come la terra da pipa in molte fabbriche di allume) è leggermente calcinata, essa disciogliesi nell'acido con grandissima facilità, e la silice che vi è contenuta separasi in istato di gelatina solubile.

L'argilla ordinaria da stoviglie appartiene ai terreni più sterili, quantunque nella sua composizione offra tutte le condizioni di lussureggiante prosperità per la maggior parte delle piante ; ma

la semplice presenza loro non basta a potere servire utilmente alle piante. Bisogna ancora che il suolo sia renduto accessibile all'aria, all'ossigeno, ed all'acido carbonico; bisogna che sieno soddisfatte queste primarie condizioni e che il suolo sia penetrabile alle radici affinchè vi si possano sviluppare liberamente appropriandosi delle parti elementari di esso, che vi si debbono trovare in uno stato tale da poter essere assimilate dalle piante. L'argilla plastica non gode di veruna di queste proprietà, ma le riceve tutte mercè una debole calcinazione *.

La grande differenza che passa tra l'argilla calcinata e quella non calcinata, manifestasi nei paesi umidi sugli edifizi costruiti di mattoni. Nelle città delle Fiandre, ove quasi tutte le fabbriche sono di mattoni, osservansi sui muri, dopo pochi giorni che son fatti, delle efflorescenze saline, che sembrano coprirle di un feltro bianco. Questi sali allorchè son portati via dalla pioggia, ricompariscono dopo breve tempo, e questo fatto osservasi persino in quei muri, i quali, come

* L'autore di queste lettere vide in Hardvick-Court presso Glocester il giardino del signor Baker, il terreno del quale consiste in una argilla compatta, e che dallo stato di somma sterilità passò a quello di massima fertilità pel solo effetto della calcinazione. L'operazione fu eseguita insino alla profondità di tre piedi; procedimento non molto economico, ma se ne ottenne l'intento.

le porte della fortezza di Lilla, esistono da secoli. Queste efflorescenze contengono de'carbonati e dei solfati a basi alcaline, sali che, come sappiamo, hanno una parte molto importante nella vegetazione. La influenza della calce sopra queste efflorescenze saline è molto notabile: esse cominciano a mostrarsi da prima nei siti ove il cemento trovasi in contatto col mattone.

Egli è chiaro che nelle mescolanze di argilla e di calce trovansi riunite tutte le condizioni a potere sprigionare il silicato di allumina, e rendere solubili i silicati alcalini. La calce, che disciogliesi nell'acqua saturata di acido carbonico, opera sull'argilla come il latte di calce, e da ciò spiegasi la benefica influenza che una distribuzione di marna (nome generale di tutte le argille ricche di calce) esercita sulla maggior parte dei terreni. Vi sono dei suoli marnosi, i quali superano tutti gli altri in fertilità e ciò per tutte le specie di piante. Molto più efficace deve mostrarsi la marna calcinata, e lo stesso deve aver luogo pei minerali che la somigliano nella composizione, tra i quali è compresa, come è noto, la pietra calcare, che serve alla preparazione della calce idraulica. Ingrassando il suolo con essi, questo riceve non solamente le basi alcaline utili alle piante, ma altresì la silice, e ciò in istato favorevole alla assimilazione.

Le ceneri dei ligniti e del carbon fossile sono impiegate in molti luoghi come mezzi eccellen-

ti di migliorare il suolo; quelle che in preferenza servono a questo fine si conoscono dalle proprietà loro di formare una gelatina in contatto con gli acidi o di indurirsi mescolate con latte di calce, in poco tempo come pietra, non altrimente che fa la calce idraulica.

Le operazioni meccaniche dell'agricoltura, l'impiego della calce e la calcinazione delle argille concorrono dunque a spiegare un solo e medesimo principio scientifico. Essi sono altrettanti mezzi per accelerare il disfacimento all'aria dei silicati a basi di alcali e di allumina, onde provvedere sul principio di una nuova vegetazione le piante di certe sostanze nutritive che loro sono indispensabili.

LETTERA XXV.

Ora che nelle lettere precedenti mi trovo di avervi esposto le mie idee sul miglioramento del suolo in virtù di lavori meccanici e mercè la giunta di sostanze minerali, mi resta a dir qualche parola sul modo come operano gli escrementi degli animali, ovvero sull'effetto del concime nel senso più stretto.

Per formarsi una chiara idea sul valore e sul modo di operare degli escrementi animali, egli è necessario prima di ogni altro rammentarci della loro origine. Tutti sanno che per l'assoluta privazione di ogni cibo il peso del corpo animale vivente scema ad ogni istante. Se questo stato dura per qualche tempo siffatta diminuzione del peso rendesi sensibile anche all'occhio per lo smagrimento; il grasso e i muscoli diminuiscono, e finalmente spariscono, in modo che nelle persone morte di fame non rimane altro che cute, mem-

brane, tendini ed ossa. Da questo dimagrare, per altro nello stato sano, risulta, che in ogni momento della vita di un animale, una parte della materia organica del corpo vivente soffre un'alterazione; siffatta materia assume la forma delle combinazioni inorganiche, le quali più o meno alterate vengono cacciate fuori dagli organi della secrezione, per la cute i polmoni e la vescica urinaria. Questa evacuazione dal corpo delle parti viventi è in intima relazione con l'atto della respirazione; si può dire che essa corrisponde all'ossigeno atmosferico assorbito che si combina con certe parti del corpo. Ad ogni nostro respiro vien arrecato al sangue nei polmoni una certa quantità di ossigeno, che si combina con le parti costituenti del sangue stesso; ma quantunque il peso dell'ossigeno arrecato in ogni giorno possa ascendere a 13 o 14 once, il peso del corpo non ne vien mica aumentato. Tutto l'ossigeno, che mercè la respirazione introducesi nel corpo, ne esce compiutamente per la espirazione e ciò in forma di acido carbonico e di acqua; ad ogni inspirazione il carbonio e l'idrogeno del corpo diminuiscono. Ma dimagrando il corpo per fame sofferta, la diminuzione del suo peso non proviene soltanto da che il carbonio e l'idrogeno sonosi evacuati, ma ancora dacchè tutte le altre sostanze che trovavansi combinate con questi due elementi sono anch'esse cacciate fuori. L'azoto degli organi viventi, che soffrono questa

alterazione, raccogliesi nella vescica urinaria. L'urina contiene una combinazione molto ricca di azoto, l'urea; essa contiene altresì lo zolfo degli organi in forma di un solfato. Per la urina escono a poco a poco tutti i sali solubili del sangue, nonchè quelli contenuti in tutti gli umori animali, cioè il sal marino, i fosfati, la soda e la potassa. Il carbonio e l'idrogeno del sangue delle fibre muscolari e di tutti gli organi soggetti a provare un'alterazione ritornano all'atmosfera; l'azoto poi e le parti costituenti inorganiche solubili in forma di urina sono ridomandate dalla terra.

Abbiamo innanzi considerato i cambiamenti che nel corpo dell'animale sano succedonsi in ogni momento della sua vita; sappiamo che nello stato normale una parte non solubile del corpo è da questo cacciata fuori, ed egli è chiaro che, dovendosi ristabilire l'equilibrio nel suo peso primitivo, bisogna restituirgli quelle sostanze, da cui possonsi riprodurre il sangue e le materie evacuate del corpo: siffatto risarcimento operasi mercè gli alimenti. Nello spazio di 24 ore non osservasi nè accrescimento nè diminuzione sensibili nel peso del corpo dell'uomo adulto che gode perfetta salute. Nell'età giovanile il peso del corpo cresce a poco a poco, nella vecchiaia esso diminuisce. Egli è evidente che mercè i cibi sonosi surrogate le parti del corpo perdute per la evacauzione; che ne'cibi introducesi nel corpo del-

l'animale adulto esattamente tanto di carbonio, di azoto e d'idrogeno e degli altri elementi, quanto esso ne aveva cacciato fuori per la cute, i polmoni e la vescica. Nell'età giovanile essendo la quantità dei principî alimentari assimilati maggiore della quantità delle materie che sono cacciate via ne rimane una parte nel corpo; nella vecchiaia la quantità ricevuta è minore ovvero l'esito supera l'introito. Non vi può dunque essere dubbio veruno, che ritroviamo negli escrementi fluidi e solidi dell'uomo e degli animali tutti i principî degli alimenti loro, tranne di una certa quantità di carbonio e d'idrogeno emanata dalla cute e dai polmoni.

Negli alimenti abbiamo introdotto dell' azoto nel corpo dell'animale adulto, giovane o vecchio; questo azoto ci vien restituito ogni giorno in forma di urea nell'urina, nella quale inoltre troviamo la intiera quantità degli alcali e dei fosfati o solfati solubili che abbiamo arrecato negli alimenti. Negli escrementi solidi ritrovasi una quantità di materie, le quali erano contenute nei cibi e che non soffrono veruna alterazione dagli organi della nutrizione, esse sono materie indigeribili come la fibra legnosa, la clorofilla, la cera, e le quali sono nuovamento cacciate fuori, dopo sofferte o pur no delle alterazioni. La fisiologia c'insegna che l'intiero processo della nutrizione nell'animale, cioè il risarcimento delle parti del corpo che da esso sonosi segregate, ed il suo ac-

crescimento in massa operasi dal sangue. Lo scopo del processo della digestione è la trasformazione degli alimenti in sangue, l'assimilazione di tutte le sostanze contenute negli alimenti atte a servire alla sanguificazione; ciò che si può considerare come una sottrazione progressiva di azoto (poichè le sole materie contenenti azoto prestansi a tale scopo) a cui gli elementi, attraversando le viscere, sono soggetti. Egli è dunque chiaro, che gli escrementi solidi sono privi del loro azoto allorchè vengono evacuati dal corpo, e che non possono contenere più azoto di quello che proviene delle secrezioni delle viscere destinate a promuovere il passaggio delle fecce. Con queste ultime sono puranche evacuati il fosfato di calce o quello di magnesia contenuti negli alimenti e che non furono impiegati nel corpo; son questi dei sali che non disciolgonsi nell'acqua, ossia nell'urina.

Senza che abbiamo bisogno di ricorrere ad altre ricerche, potremo concepire una chiara idea sulle proprietà chimiche degli escrementi solidi, comparando le fecce di un cane con i loro elementi. Noi diamo al cane carne ed ossa da mangiare, due sostanze che sono ricche di materie azotifere, ed otteniamo per risultamento finale della digestione un escremento tutto bianco e penetrato di umidità, il quale esposto all'aria si riduce in una polvere secca, e che, al di fuori del fosfato di calce delle ossa, contiene appena l'uno

per cento di una sostanza organica straniera. Noi otteniamo dunque, negli escrementi liquidi e solidi dell'uomo e degli animali, tutto l'azoto, tutte le materie inorganiche, solubili ed insolubili, dei cibi consumati, e siccome queste materie provengono dai nostri campi, noi abbiamo in esse, per conseguenza, le parti costituenti della terra vegetale, da cui in forma di semi, di radici e di erbe le abbiamo tolte.

Una parte della raccolta è impiegata a nutrire ed ingrassare animali che servono di nutrimento all'uomo, un'altra parte di essa e' consuma direttamente in forma di farina, di patate e di legumi, una terza finalmente componesi dei resti vegetabili non consumati che sotto forma di paglia sono impiegati a servire di strame. Non vi ha dubbio, che ci troviamo in istato di riacquistare, negli escrementi liquidi e solidi dell'uomo, nelle ossa e nel sangue degli animali uccisi, tutte le parti costituenti minerali che dai nostri campi abbiamo esportato sotto forma di animali o di altri prodotti agricoli; da noi soltanto dipende, se vogliamo o pur no, raccogliendo con ogni cura queste materie, ristabilire l'equilibrio nella composizione dei nostri campi. Possiamo calcolare la quantità di siffatte sostanze che esportiamo in una pecora, in un bue, ovvero in un tomolo di orzo, di grano, di patate, e dalla conosciuta composizione delle fecce umane possiamo determinare quanto ne dobbiamo riportare sui nostri campi per ri-

compensare la perdita che essi hanno sofferto.

Egli è certo che possiamo far di meno degli escrementi dell'uomo e degli animali, se noi abbiamo altri mezzi onde procurarci le materie le quali sole danno agli escrementi il loro valore in agricoltura. Per riuscire nel nostro intento ella è cosa affatto indifferente, se portiamo l'ammoniaca sui nostri campi sotto forma di urina o sotto quella di un sale estratto dal carbon fossile, o se le arrechiamo il fosfato di calce sotto forma di ossa o sotto quella di apatite. Il problema più importante nell'agricoltura si riduce a restituire ai campi, in qualunque maniera che sia, le parti costituenti del suolo che loro abbiamo tolte e che l'atmosfera non può somministrare. Se questo risarcimento non è perfetto, la fertilità dei nostri campi o quella di qualunque altra terra va scemando; non si aumenta se non vi portiamo più di quello che abbiamo levato.

La importazione dell'urina e degli escrementi solidi da un paese straniero può considerarsi come equivalente alla importazione di grano o di bestiame. Tutte queste materie assumono, in un intervallo di tempo, che con ogni rigore si può determinare, la forma di frumento, di carne e di ossa; esse passano nei corpi degli uomini ed in ogni dì fanno ritorno alle primitive loro forme. La sola vera perdita che i nostri costumi non permettono riparare è quella dei fosfati che gli uomini portano nelle loro ossa alla tomba. Tutte le

le parti costituenti della enorme quantità di alimenti che l'uomo consuma in 60 anni e che provengono dai nostri campi possono essere ricuperate e venire arrecate ad essi di bel nuovo. Noi sappiamo con ogni certezza che nel corpo dell'animale giovane o di quello che non è giunto ancora al suo perfetto sviluppamento, le ossa ed il sangue ritengono le prime una certa quantità di fosfato di calce e questo una parte de' fosfati alcalini; sappiamo, che, in fuori di queste quantità, che comparate con quelle dall'animale giornalmente consumate risultano molto piccole, noi ricuperiamo negli escrementi solidi e liquidi tutti i sali a basi alcaline, tutto il fosfato di calce e di magnesia che l'animale riceve ogni giorno nel suo cibo, ovvero tutte le parti costituenti inorganiche degli alimenti.

Senza che abbiamo bisogno di ricorrere ad una analisi di siffatti escrementi, possiamo determinarne con facilità la quantità ed indicarne la proprietà e la composizione. Noi provvediamo quotidianamente un cavallo con 4 1/2 libbre (=2,16 Rot.) di avena e di 15 libbre (=7,53 Rot.) di fieno ; l'avena dà 4 ed il fieno 9 per cento di cenere , e noi ne conchiudiamo che gli escrementi giornalieri di un cavallo debbono contenere 21 once di materie inorganiche, le quali furono tolte ai nostri campi. L'analisi delle ceneri della biada e del fieno indica esattamente in parti cen-

tesimali le proporzioni in che la silice, gli alcali ed i fosfati vi sono contenuti.

Facilmente si osserva, che la qualità delle parti costituenti fisse negli escrementi varia per i cibi diversi. Una vacca che riceve per nutrimento barbabietole o patate senza fieno o paglia di orzo, non ci darà silice ne'suoi escrementi solidi, e questi conteranno soltanto fosfato di calce e di magnesia; ne'suoi escrementi liquidi poi troveremo il carbonato di potassa e la soda non che combinazioni di queste basi con acidi inorganici, ovvero, in una parola, noi ritroveremo negli escrementi liquidi tutte le parti costituenti solubili delle ceneri dei cibi consumati, ed in quelli solidi avremo le parti di questa stessa cenere che non sono solubili nell'acqua. Se il foraggio o gli alimenti (pane, farina, ogni specie di semi, carne) lasciano per residuo della loro combustione una cenere che contenga dei fosfati alcalini solubili, allora dall'animale che ha consumato questi alimenti, otterremo una urina nella quale di bel nuovo ritroveremo questi fosfati alcalini. Se la cenere del foraggio (fieno, rape, patate) non cede affatto all'acqua fosfato di potassa, se in essa si trovano soltanto dei fosfati terrosi insolubili, la urina in tal caso sarà scevra di fosfati alcalini, e noi troveremo soltanto i fosfati terrosi nelle fecce. La urina dell'uomo, quella degli animali carnivori e dei granivori contiene fosfato alcalino,

ma la urina degli erbivori non contiene più questo sale.

L'analisi degli escrementi dell'uomo e degli uccelli piscivori, quella del guano e degli escrementi del cavallo e della vacca, ci forniscono sui sali contenuti in essi gli schiarimenti più soddisfacenti. Noi riportiamo, secondo che risulta da queste analisi, negli escrementi solidi e liquidi dell'uomo o degli animali, sui nostri campi *la cenere delle piante* di cui l'uomo e gli animali sonosi cibati. Siffatta cenere componesi di sali solubili, e di sali insolubili e di terre, le quali sostanze essendo indispensabili allo sviluppo delle piante coltivate, debbono tutte essere fornite da un suolo fertile.

Non vi può esser dubbio, che riportando questi escrementi sui nostri campi, noi riportiamo in essi le parti costituenti del suolo che ad essi furono tolte per la raccolta, e che con ciò noi rendiam loro la facoltà di alimentare una novella raccolta, ovvero noi ripristiniamo l'equilibrio disturbato. Ora che sappiamo che le parti costituenti del suolo contenute nel foraggio passano nell'urina e negli escrementi dell'animale che ne vien nutrito, si può con la massima facilità stabilire il valore delle diverse specie di concimi. Gli escrementi solidi e liquidi di un animale hanno il massimo valore come concime per quelle piante che servono di alimento all'animale che li ha eva-

cuati. Lo sterco dei porci che abbiamo nutrito di piselli e di patate, prestasi in preferenza a concimare i campi di piselli e quelli di patate. Alla vacca noi doniamo fieno e rape e ne otteniamo un concime che racchiude tutte le parti minerali contenute nelle graminacee e nelle rapi, e che dobbiamo preferire a qualunque altro per ingrassare i campi coltivate a rape. Così il letame colombino contiene le parti costituenti minerali dei grani, lo sterco de'conigli quelle delle piante erbacee e delle leguminose; gli escrementi liquidi e solidi dell'uomo racchiudono in massima quantità le parti costituenti minerali di qualunque seme.

LETTERA XXVI.

Or che vi siete abbastanza familiarizzati con le mie idee sulla applicazione e sul modo di agire delle diverse specie di letami, con la massima facilità intenderete i seguenti cenni, che vi debbo ancora su'fonti dai quali il mondo vegetale si appropria il suo carbonio e l'azoto.

Le esperienze fatte nella coltura dei boschi e dei prati ci fanno conoscere che l'atmosfera contiene una quantità di acido carbonico inesauribile per la vegetazione.

Sopra estensioni eguali di terreno, di bosco o di prato, sur un suolo che racchiude in sè le sostanze indispensabili alle piante, senza che vi si apporti un letame centenente carbonio, noi raccogliamo, sotto forma di legna o di fieno, una quantità di carbonio, la quale uguaglia ed in molti casi sorpassa la quantità di carbonio che le terre coltivate producono in forma di paglia, di grano e di radici.

Egli è chiaro che alle terre coltivate l'atmosfera arreca e presenta all'assorbimento altrettanto di acido carbonico quanto ad una superficie eguale di prato o di bosco; che il carbonio di siffatto acido carbonico vien assimilato dalle nostre piante di coltura o che sia atto ad assimilarsi, ogni qual volta le condizioni necessarie al suo assorbimento, alla sua trasformazione in una parte costituente di queste piante trovansi riunite sui nostri campi.

Malgrado tutta la sua abbondanza in sostanze nutritive un terreno è per la maggior parte delle piante affatto sterile, se p. e. in date stagioni gli manca l'acqua. La pioggia fruttifica i nostri campi; il seme non germoglia e non si sviluppa senza una data quantità di umido.

L'effetto della pioggia desta assai più le maraviglie e la sorpresa nell'osservatore superficiale che quello del letame; per settimane e per mesi interi riconoscesi la sua influenza sulla produzione di un campo, e ciò non ostante la pioggia adduce alle piante soltanto delle quantità assai piccole di acido carbonico e di ammoniaca.

Senza alcun dubbio l'acqua in virtù degli elementi suoi prende una parte determinata allo sviluppo delle piante, ma nel tempo stesso essa è l'agente mediatore di tutta la vita organica.

Mercè l'intervento dell'acqua, la pianta riceve dal suolo gli alcali necessarii alla formazione dei suoi organi, le terre alcaline ed i fosfati. Se i principii minerali necessarii al passaggio de-

gli alimenti atmosferici nell'organismo delle piante vengono meno, il loro accrescimento è ritardato; lo sviluppo loro nella stagione secca sta in relazione diretta alla quantità di coteste parti integranti tratte dal suolo in tempo del loro primo sviluppo; sur un suolo scarso di alimenti minerali non prosperano le nostre piante di coltura ancorchè l'acqua venga da esse copiosamente fornita.

Per la produzione del carbonio sur un prato o in un bosco della stessa estensione, non richiedesi mica che nel letame venga ad essi somministrato il carbonio; ma vi è indispensabile la presenza di certe parti costituenti del suolo, le quali non contengono affatto del carbonio, come pure che vi concorrano le condizioni che favoriscono il passaggio di esse nelle piante.

Or noi ci troviamo nel caso di aumentare la produzione in carbonio delle nostre terre, apportandovi della calce calcinata, cenere e marna, ovvero materie, che non possono cedere affatto del carbonio alle piante. Da queste ben fondate esperienze risulta con certezza, che mercè siffatte materie noi provvediamo i nostri campi di certe sostanze, le quali alle piante ivi crescenti danno un potere, che queste possedevano prima soltanto in minor grado, quello cioè di accrescere la propria massa e quindi anche la quantità di carbonio.

Non si potrà quindi negare, che la sterilità di un campo ovvero la sua poca produzione di carbonio non è cagionata dalla mancanza di acido car-

bonico o da quella dell'*humus;* poichè siffatta produzione possiamo anzi che no aumentare fino ad un dato limite apportandovi delle sostanze interamente sprovvedute di carbonio; ma la sorgente stessa che a cotesti prati e boschi forniva il carbonio è a disposizione puranche delle piante coltivate; trattasi dunque principalmente in agricoltura di adoperare i mezzi più efficaci e più opportuni onde invitare il carbonio dell'atmosfera, ossia l'acido carbonico a passare nelle piante dei nostri campi. Negli alimenti minerali l'arte del colono fornisce alle piante il mezzo onde tingere il carbonio da una fonte che non mai si esaurisce; mancando coteste sostanze, la più ricca provvisione di acido carbonico o di sostanze vegetali in atto di eremacausia non potrebbe aumentare la produzione del campo.

La quantità di acido carbonico, che dall'aria può passare in un dato tempo nelle piante, è limitata dalla quantità di acido carbonico che vien in contatto con i suoi organi assorbenti.

Il passaggio dell'acido carbonico dall'aria nell'organismo delle piante operasi per mezzo delle foglie. L'assorbimento dell'acido carbonico non può effettuarsi senza che gli atomi di acido carbonico siano in contatto colla superficie delle foglie o con quelle parti della pianta che lo assorbiscono.

La quantità dell'acido carbonico assorbita in un dato tempo, è dunque in relazione diretta con

la superficie delle foglie e con la quantità di acido carbonico contenuta nell'aria.

Due piante della stessa specie di eguale superficie delle foglie (superficie assorbente) ricevono in tempi eguali sotto le medesime circostanze la stessa e stessissima quantità di carbonio.

In un'aria che contiene il doppio di acido carbonico, una pianta riceve sotto le stesse circostanze il doppio di carbonio *.

Una pianta di cui la superficie delle foglie importa soltanto la metà della superficie delle foglie di un'altra, assorbirà nel tempo stesso la quantità stessa di carbonio come quest'altra pianta, allorchè a quella arrechiamo la doppia quantità di acido carbonico.

Da ciò spiegasi per le nostre piante coltivate l'effetto tanto vantaggioso dell'*humus* e di tutte le sostanze organiche in atto di eremacausia.

La pianta giovine, che ha per sorgente la sola aria atmosferica, può accrescere il suo carbonio soltanto in quella proporzione che corrisponde alla superficie de'suoi organi assorbenti, ed egli è chiaro, che qualora ricevesse nel tempo stesso per le sue radici tre volte la quantità dell'acido carbonico che riceve per le foglie, il suo

* Boussingault vide che le foglie della vigna chiuse in un globo di cristallo, spogliavano interamente di acido carbonico l'aria, che vi si faceva traversare, qualunque fosse la velocità con cui l'aria passava. (Dumas, leçons, pag. 23.)

aumento in peso (supposto però che le condizioni per l'assimilazione del carbonio sian quelle richieste), ammonterà al quadruplo. Quindi formerassi quattro volte più di foglie, di bocce, di fusti ecc., ed in virtù di questa accresciuta superficie aumenterassi nella stessa ragione la facoltà nella pianta di assorbire altro alimento dall'aria, e questa facoltà essa conserverà assai più al di là dell'epoca, in cui il passaggio del carbonio per le radici cessa.

L' *humus* qual sorgente di acido carbonico nelle terre coltivate, agisce non solo come mezzo vantaggioso per aumentare la quantità di carbonio nelle piante, ma crescendo in un dato tempo la massa della pianta guadagnasi con ciò ancora lo spazio atto al ricevimento delle particelle costituenti del suolo, che sono necessarie alla formazione di nuove foglie e di nuovi ramicelli.

Senza interruzione evaporasi dalla superficie della giovine pianta una quantità di acqua, che sta in relazione diretta con la temperatura dell'ambiente e la estensione della superficie stessa. Le numerose fibbre delle radici, come altrettante trombe aspiranti rimpiazzano l'acqua evaporata; e finchè il suolo è umido o penetrato di acqua, la pianta riceve disciolte nell'acqua quelle particelle costituenti del suolo che le sono indispensabili. Da una pianta con doppia estensione in superficie evaporasi la doppia quantità dell'acqua ch'evapora da un'altra pianta a dimensione semplice. Men-

tre l'acqua assorbita esce in forma di vapore di bel nuovo dalla pianta, vi rimangono i sali e le parti costituenti del suolo che disciolte nell'acqua furono introdotte in essa. A quantità eguali di acqua, proporzionate alle rispettive masse, la pianta che offre mercè le sue foglie una doppia estensione in superficie, riceve dallo stesso suolo di parti costituenti minerali una quantità proporzionata a siffatta quantità di acqua, la quale è maggiore di quella che riceve una pianta di cui le foglie offrono soltanto la metà di quella superficie.

Mentre lo sviluppo di questa ultima pianta, allorchè non più le vien somministrato l'alimento dal suolo, tocca ben presto al suo termine, lo sviluppo dell'altra continua tuttavia, e ciò appunto perchè riunisce in sè più numerose le condizioni necessarie all'assimilazione degli alimenti atmosferici. In entrambe potrà formarsi soltanto una quantità di semenze che corrisponde a quella delle parti costituenti minerali a loro disposizione; in una pianta che contiene più fosfati alcalini e sali terrosi, nasceranno più semenze che in un' altra, che nello stesso tempo poteva riceverne meno.

Così in una estate calda, quando per la mancanza dell' acqua la ulteriore somministrazione delle parti costituenti del suolo vien meno per la pianta, noi vediamo che l'altezza e la vigoria della medesima, come ancora lo sviluppo delle semenze, sono in ragione diretta con la quantità di

siffatte parti costituenti che durante il periodo anteriore del suo crescimento furono incorporate nella pianta.

Sopra uno stesso stessissimo campo noi raccogliamo, ne'diversi anni, quantità assai ineguali di grano e di paglia. Per pesi eguali di grano, della medesima composizione chimica, la rendita in prodotti di un anno è della metà maggiore che in un altro anno; oppure per quantità eguali di paglia in peso (carbonio) noi reccogliamo in un anno il doppio del grano che in un altro.

Ma raccogliendo dalla stessa superficie il doppio del grano, noi abbiamo una corrispondente maggiore quantità di parti costituenti del suolo in questo grano; raccogliendo il doppio della paglia, noi abbiamo la doppia quantità di parti costituenti del suolo in questa stessa paglia.

In un anno il grano fassi alto 3 piedi e dà per moggio *(Morgen)* 1200 libbre di semenze; nell'anno seguente esso acquista l'altezza di 4 piedi e dà soltanto 800 libbre di semenze.

Siffatta produzione ineguale corrisponde sotto tutte le circostanze alla proporzione ineguale, in cui vennero assorbite le parti minerali del suolo per la formazione del grano e della paglia. La paglia contiene ed abbisogna, non meno del grano, di fosfati, benchè in proporzioni minori. Se in una primavera umida questi non vengono arrecati alla pianta nella proporzione stessa che gli alcali, i silicati ed i solfati; se la proporzione di

questi ultimi fosse maggiore di quella dei fosfati, la produzione in carbonio aumenterà, ed una quantità assai più considerevole di fosfati sarà impiegata alla formazione delle foglie e dei fuscelli; senza un eccesso di fosfati la semenza non compie il suo sviluppo. Noi possiamo anzi che no, mercè la semplice esclusione di questi sali, dar luogo artificialmente al caso, in cui la pianta acquista una altezza di tre piedi, fiorisce ma non porta veruna semenza. Sopra un campo ricco in parti costituenti della paglia (sul suolo grasso), dopo una primavera umida, noi raccogliamo in proporzione meno di grano che sopra un campo che ne scarseggia (suolo magro), e ciò appunto perchè su quest'ultimo il trasporto degli alimenti minerali è maggiore in quel tempo, e si effettuisce in una proporzione più adeguata allo sviluppo di tutte le parti costituenti della pianta.

Mettiamo il caso, che avessimo dato copiosamente alle nostre piante di coltura tutte le condizioni alla assimilazione degli alimenti atmosferici; consisterà perciò l'effetto dell'*humus* nello sviluppo accelerato della pianta, e quindi in un guadagno di tempo: in tutti i casi mercè dell'*humus* aumentasi la rendita in carbonio, il quale, se le condizioni alla sua trasformazione in altre combinazioni gli mancano, assume la forma di amido, di zucchero, di gomma, ovvero di materie che non contengono elementi minerali.

Il tempo da impiegarsi vantaggiosamente nell'arte agricola, devesi comprendere mai sempre come fattore in tutti i calcoli, e sotto questo aspetto l'*humus* è di particolare importanza per la coltura de'legumi nei giardini.

Le cereali e quelle piante di cui consumiamo le radici, trovano su'nostri campi, nei residui della passata vegetazione, una quantità di sostanze vegetali in atto di eremacausia, le quali contengono, ricavate dal suolo, quelle sostanze minerali di cui esse abbisognano, e quindi non le manca ad esse l'acido carbonico sufficiente per accelerare il loro sviluppo nella primavera; ogni altra somministrazione di acido carbonico sarebbe di nessuna utilità, se contemporaneamente non vi ha un aumento corrispondente di quelle parti costituenti del suolo che vengono assimilate dalle piante.

Sopra un moggio (*Morgen*) di un buon prato noi raccogliamo, secondo le indicazioni degli agronomi più degni di fede, termine medio, 2500 libbre di fieno. I prati ci danno questo prodotto senza che apportiam loro sostanza organica veruna, ossia concime che contenesse del carbonio o dell'azoto. Mercè delle irrigazioni ben regolate e l'uso della cenere e del gesso possiamo aumentare e persino raddoppiare siffatto prodotto; ammettiamo, che queste 2500 libbre di fieno siano il massimo, sempre però è certo che tutto il carbonio e tutto lo azoto di questi prati son di origine atmosferica.

Secondo **Boussingault** il fieno seccato a 100 gradi contiene in parti centesimi 45,8 di carbonio e 1,5 di azoto; seccato all'aria esso contiene inoltre per ogni cento 14 parti di acqua che a 100 gradi sono scacciate.

Quindi 2500 libbre di fieno seccate all'aria corrispondono a 2150 libbre di fieno seccato a 100 gradi. Con 984 libbre di carbonio, contenute in queste 2150 libbre di fieno, sonosi perciò raccolte 32,3 libbre di azoto per ogni moggio di prato.

Se ammettiamo, che la pianta abbia ricevuto questo azoto in forma di ammoniaca, ne risulta ad evidenza contener l'aria almeno 39,1 libbre di ammoniaca (82 per cento di azoto) per ogni 3640 libbre di acido carbonico (27 per cento di carbonio), ovvero per ogni 1000 libbre di acido carbonico, l'aria contiene 10,7 libbre di ammoniaca; questa è pressochè la parte cento millesima del peso dell'aria, od un sessanta millesimo del suo volume.

Per ogni cento parti di acido carbonico assorbite dalla superficie delle foglie, le piante del prato hanno ricevuto un poco più di una parte di ammoniaca.

Se dalle conosciute analisi noi deduciamo la quantità di azoto che otteniamo nelle diverse piante di coltura sopra estensioni eguali di terreno, abbiamo la relazione che siegue:

Per ogni mille libbre di carbonio raccogliamo

Sui prati	32,7 libbre di azoto		
Sulle terre coltivate:			
In grano	21,5	»	»
» Avena	22,3	»	»
» Segala	15,2	»	»
» Patate	34,1	»	»
» Barbabietole	39,1	»	»
» Trifoglio	44	»	»
» Piselli	62	»	»

Sulla sua campagna in Bechelbron, nell'Alsazia, Boussingault raccolse in cinque anni, sotto forma di patate, grano, trifoglio, rape bianche e di avena, 8383 libbre di carbonio e 250,7 di azoto; nel quinquennio seguente in forma di barbabiettole, grano, trifoglio, rape, avena, segala, 8192 libbre di carbonio e 284,2 di azoto; in una terza serie di anni sei (patate, grano, trifoglio, grano, rape, piselli, segala) 10949 libbre di carbonio e 353,6 libbre di azoto; nel corso di sedici anni 27424 libbre di carbonio e 858,5 libbre di azoto in tutto per 1000 di carbonio, 31,3 di azoto.

Da questi fatti risultano alcune conseguenze in sommo grado importanti per l'agricoltura.

Prima: noi osserviamo che la proporzione di azoto assorbito rispettivamente al carbonio, sta

in una determinata relazione con la superficie delle foglie. Le piante, nelle quali, si può dire, concentrasi tutto l'azoto, come nelle piante granifere, contengono in tutto meno azoto che le leguminose, i piselli ed il trifoglio.

Seconda: la rendita in azoto sur un prato che non riceve concime contenente azoto, è molto maggiore di quella di un campo coltivato a grano e che ha ricevuto concime.

Terza: la rendita in azoto nel trifoglio e nei piselli è assai maggiore di quella di un campo coltivato a patate o a rape e che fu fornito abbondantissimamente di concime.

Finalmente deriva da ciò il risultamento più maraviglioso e più importante, cioè, che se noi avessimo piantato sur uno stesso campo, che abbiamo provveduto abbondantemente di concime, un misto di patate, grano, rape, piselli, trifoglio (piante che contengono potassa, calce e terra silicea) noi avremmo in sedici anni raccolto, per una quantità data di carbonio, la stessa quantità relativa di azoto come sur un prato che non ha ricevuto concime.

Poichè sopra un moggio di prato in piante contenenti potassa, calce, terra silicea noi raccogliamo 984 libbre di carbonio e 32,2 libbre di azoto; da un moggio di terra coltivata poi ricaviamo, secondo un medio di sedici anni, puranche in piante contenenti le stesse parti costituenti del terreno, 857 libbre di carbonio e 26,8 libbre di azoto.

Se noi comprendiamo nel calcolo il carbonio e l'azoto delle foglie delle barbabietole e delle patate, non compresi nella valutazione della rendita della terra coltivata, ne risulta, che su questa ultima, ad onta dell'abbondante provvisione di carbonio e di azoto che nel letame le fu arrecata, non abbiamo prodotto più di carbonio e di azoto di quello che ci apporta una estensione eguale di prato, di cui le piante non nutrisconsi di altro che *di sole materie minerali* (parti costituenti del suolo).

In che consiste dunque propriamente l'effetto del letame proveniente dagli escrementi solidi e liquidi degli animali?

Cotesta inchiesta è oggigiorno divenuta capace a ricevere una soluzione semplice; questi escrementi han prodotto un effetto evidentissimo sulle nostre terre in coltura, dalle quali da secoli abbiamo esportato, sotto forma di grani e di bestiame, una certa quantità di parti costituenti del suolo, che più non gli abbiamo restituite.

Se in questi sedici anni noi non avessimo concimato le nostre terre, ne avremmo ricavato soltanto la metà o la terza parte di carbonio e di azoto.

Che da siffatta estensione di terreno coltivato abbiamo ricavato tanto dell'uno e dell'altro, quanto produce una estensione eguale di prato ciò dobbiamo di fatti agli escrementi solidi e liquidi degli animali; ma non ostante la copiosa quantità

di letame che in ogni anno gli abbiamo somministrato, questo campo, in capo al sesto anno, non trovossi perciò più ricco in parti costituenti del suolo atti a servire di alimento alle piante, di quello che lo era nel primo anno. Nel secondo anno, dopo che fu concimato, esso ne conteneva ancor meno che nel primo; nel quinto anno poi esso se ne trovò talmente spogliato, che per ottenere una raccolta non meno abbondante del primo anno, noi ci videmmo costretti di ricondurre nel suolo altrettanto di queste sue parti costituenti che gli abbiamo tolto in quei cinque anni. Ciò si è effettuato, senza alcun dubbio, mercè il concime.

Dunque il letame che abbiamo somministrato non ebbe altro effetto se non quello d'impedire che le nostre terre in coltura fossero divenute in siffatte parti costituenti più povere che il suolo di un prato, che rendeva venticinque cantaia di fieno. In ogni anno noi togliamo nelle piante del prato, ossia nel fieno, altrettante parti costituenti del suolo, come in una raccolta di frumento, e noi sappiamo che la fertilità di un prato dipende dalla restituzione di queste sostanze, non altrimente che quella delle terre coltivate dipende dal concime. Due prati di una stessa estensione, che contengono in quantità ineguali queste sostanze nutritive inorganiche, posseggono, sotto circostanze eguali, una fertilità ineguale. L'uno di essi, che ne contiene di più, produce in un certo numero

di anni più fieno dell'altra, che ne contiene meno.

Se noi non restituiamo al prato le parti costituenti del suolo che gli abbiame tolte, diminuirà la sua fertilità.

Ma la sua fertilità non solamente si conserva ingrassandolo mercè gli escrementi solidi e liquidi degli animali, ma si conserva altresì, e può ancora essere accresciuta, mercè il semplice trasporto di quelle sostanze minerali, che rimangono qual residuo della combustione delle piante legnose e di altre vegetabili. Mercè la cenere noi rendiamo ai nostri prati la loro fertilità, che stanno perdendo. Ma sotto la parola cenere noi comprendiamo la totalità degli elementi che i vegetabili ricevono dal suolo; portandoli sui nostri prati noi comunichiamo alle piante ivi crescenti la facoltà di condensare carbonio ed azoto sulle loro superficie.

Dovrassi dunque, si dimanda, ascrivere ad altra cagione diversa da questa l'effetto degli escrementi solidi, i quali altro non sono fuorchè *la cenere delle piante bruciate nei corpi degli uomini e degli animali?*

Essendo le condizioni fisiche eguali, non sarà per avventura cosa indifferente per la fertilità se l'ammoniaca venga o pur no arrecato arteficialmente? Se noi avessimo evaporata la urina e bruciato gli escrementi solidi disseccati ed indi portato i sali dell'urina e la cenere degli escrementi solidi sui nostri campi, non avrebbero forse le

piante ivi coltivate, attinto e ricevuto il carbonio e l'azoto dalla sorgente stessa, da cui le graminacee e le leguminose dei nostri prati li hanno ottenuti?

Difficilmente potrà sorgere ancora un dubbio su questa dimanda.

Nella Virginia si raccoglievano sur un medesimo campo, sotto forma di frumento, per ogni moggio di terreno almeno 22 libbre di azoto, che in cento anni importano 22000 libbre. Se noi riteniamo che tutto questo azoto provenga dal suolo, richiederebbesi a ciò che ogni moggio di terreno avesse ricevuto sotto forma di escrementi animali centinaia di migliaia di libbre!!!

Da secoli come di già rammentai in una mia anteriore lettera, raccolgonsi in Ungheria, sur un medesimo campo, tabacco e frumento, senza che mai vi si fosse portato dell'azoto. Sarà egli possibile, che tutta questa quantità di azoto provenga dal suolo?

Ad ogni anno i nostri boschi di faggi, di castagni e di querce copronsi di nuove foglie; il succo, le ghiande, le castagne, i frutti del faggio, la noce di cocco ed il frutto dell'albero da pane sono ricchi di azoto, il quale non è contenuto nel suolo, e le piante selvatiche non lo ricevono certamente dall'uomo. Da un moggio di terreno piantato di gelsi, noi raccogliamo sotto forma di bachi da seta l'azoto delle foglie con le quali gli abbiamo nutriti; parte di questo essi ci somministrano in seta, che

contiene oltre il diciassette per cento di azoto, e questa raccolta rinnovasi in ogni anno, senza che al suolo arrechiamo concime che contenesse azoto. Egli è impossibile d'essere in dubbio intorno la sorgente da cui deriva questo azoto. Questa sorgente non può essere che l'atmosfera.

A nulla monta il sapere in che forma l'azoto vi sia contenuto, o in che forma ne venga assorbito: certo è che quello delle piante selvatiche è di origine atmosferica.

Perchè i campi della Virginia e dell'Ungheria non debbono poterlo attingere od averlo attinto dalla sorgente stessa delle piante che crescono spontaneamente? Forse l'azoto che noi abbiamo somministrato negli escrementi animali, non sarà stata cosa affatto indifferente? *ovvero ricuperiamo noi realmente dai nostri campi una quantità di parti costituenti del sangue, corrispondente alla quantità di ammoniaca che loro abbiamo somministrato?*

Siffatta quistione trovasi risoluta in modo decisivo mercè le esperienze di BOUSSINGAULT, le quali sono tanto più preziose in quanto furono da esso istituite a tutt'altro scopo ed in una direzione tutta differente.

Ammettiamo che il concime ch'egli portò sulle sue terre trovavasi nello stesso stato in cui fu analizzato (a 110 gradi disseccato nel vôto); avranno queste terre, nel corso di sedici anni, ricevuto nel concime 1300 libbre di azoto, ma questo conci-

me non le fu arrecato perfettamente secco, ma bensì nello suo stato naturale, umido ed impregnato di acqua; e noi sappiamo che la intiera quantità di azoto contenuta negli escrementi animali sotto forma di carbonato di ammoniaca, il quale è volatile, se ne va via con la evaporazione. L'azoto contenuto nella urina che mercè la putrefazione si è convertito in carbonato di ammoniaca, non è compreso in queste 1300 libbre. Riteniamo che questo abbia importato soltanto la metà di quella degli escrementi disseccati, e troveremo che nel corso di sedici anni un campo abbia ricevuto nel concime 1950 libbre di azoto.

Ma in questi sedici anni non furono raccolte che 1507 libbre di azoto sotto forma di grano di paglia e radici di piante, dunque assai meno di quello che vi fu portato. Da ciò Boussingault conchiuse erroneamente, che le sole leguminose abbiano la facoltà di condensare l'azoto dell'aria, mentre le graminacee e le piante tuberose lo devono ricevere pel concime; ma intanto noi raccogliamo nello stesso tempo sopra una eguale estensione di un buon prato, che non ha ricevuto azoto (sopra un'ettara = 4 moggi di Assia) 2060 libbre di azoto.

Ognuno sa che nell'Egitto, ove vi è molta penuria di legno, gli escrementi disseccati degli animali formano il principale combustibile, e che per secoli interi l'Europa importava, sotto forma di sale ammoniacale, l'azoto ricavato dalla fuli-

gine proveniente da questi escrementi, in sino a che, nella seconda metà del secolo passato, Gravenhorst in Brunswick scoprì la fabbricazione del sale ammoniacale.

Oltre queste parti non volatili costituenti della cenere di siffatti escrementi, i campi nella valle del Nilo non ricevono letame animale veruno, e ciò non ostante, da periodi anteriori alla nostra storia, essi per la loro fertilità sono passati in proverbio, e questa fertilità stessa non è punto meno mirabile oggigiorno, di quello che lo era ai primi tempi. Nel limo che per le inondazioni del Nilo in ogni anno deponesi, questi campi ricevono un suolo nuovo, che la coltura non ha potuto esaurire da migliaia di anni, e che ha ricuperato tutte le sue parti minerali che le raccolte gli avevano levato. Il limo del Nilo racchiude altrettanto poco azoto come quello delle Alpi svizzere, il quale straripandosi il Reno, ci apporta la fertilità sui nostri campi.

Veramente quali immensi depositi di sostanze azotifere animali e vegetabili, dovrebbonsi trovare sulle alte montagne dell'Africa, ad altezze che oltrepassano il limite della neve, ove mancando la vegetazione nè augello nè altro animale trova più di che cibarsi!

Sappiamo che il formaggio proviene dalle piante che hanno servito di pascolo alle vacche. Le piante dei prati dell'Olanda ricevono l'azoto racchiuso nel formaggio dalla stessa sorgente come

le piante dei nostri prati, ovvero esse lo ricavano dall'atmosfera. Le vacche lattanti rimangono nell'Olanda notte e giorno sui pascoli; tutti i sali contenuti nel foraggio rimangono sulle terre sotto forme di urina e di escrementi solidi e se n'esporta nei formaggi soltanto una quantità comparativamente assai piccola.

Lo stato di fertilità di questi prati non è perciò più soggetto ad alterazioni di quello che lo sieno i nostri campi che non sono pascolati, ma ai quali sotto forma di letame rendiamo quasi tutte le parti costituenti del suolo che gli furono tolte.

In questi distretti dell'Olanda ove si fabbricano i formaggi, queste parti costituenti del suolo rimangono sui prati, e negli stabilimenti rurali noi le raccogliamo appositamente nelle nostre case stesse, per riportarle di tempo in tempo ai nostri campi.

L'azoto dell'urina e degli escrementi solidi delle vacche proviene dalle piante che crescono sui prati dell'Olanda le quali l'hanno ricevuto dall'atmosfera; dalla stessa sorgente deriva ancora l'azoto di ogni specie di formaggi che si fabbricano nell'Olanda, nella Svizzera e negli altri paesi.

Nel corso dei secoli i prati olandesi e le Alpi svizzere hanno prodotto milioni di cantaia di formaggio; in ogni anno da questi paesi se ne esportano tuttavia delle migliaia di cantaia, e siffatta esportazione non diminuisce punto la capacità produttiva di questi prati, quantunque non possano

giammai ricevere più azoto di quello che di già posseggono.

Non vi ha dunque più dubbio veruno; i nostri campi non possono essere esauriti per la esportazione di prodotti azotiferi, appunto perchè non il suolo, ma bensì l'atmosfera è quella che provvede di azoto le piante: noi non possiamo accrescere la fertilità dei campi, la loro capacità produttiva, mercè la sola concimazione con sostanze azotifere ovvero *sali ammoniacali*, al contrario la loro rendita aumenta o diminuisce anzi che no in ragion diretta con le sostanze nutritive minerali che loro vengono arrecate nel concime.

La formazione delle parti costituenti del sangue, quella delle parti costituenti azotifere nelle nostre piante da coltura è soggetta alla presenza di certe materie contenute nel suolo; ma mancandovi questi principii minerali, l'assimilazione dell'azoto non si effettuirà, ancorchè il suolo fosse provveduto di una copiosissima quantità di ammoniaca. Gli escrementi animali producono un benigno effetto soltanto perchè l'ammoniaca in essi contenuta vi si trova in compagnia delle sostanze di cui essa ha bisogno per tramutarsi in parti costituenti del sangue. Se noi concediamo ai campi queste altre condizioni insieme con l'ammoniaca, sarà questa assimilata; ma se l'ammoniaca venisse meno, allora la pianta assorbisce l'azoto dall'aria, ovvero da una sorgente, in cui da per sè qualunque perdita vien ricompensata, mercè la putrefazione e la

lenta combustione dei corpi degli animali e delle piante.

L'ammoniaca accelera e promuove l'accrescimento delle piante in qualsiasi terreno ove le condizioni richieste alla sua assimilazione trovansi riunite, ma essa è di niun effetto per la produzione delle parti costituenti del sangue, qualora queste condizioni mancassero.

Noi possiamo figurarci, che l'asparagina (parte costituente dell'asparago, che gli dà il suo sapore, e della radice di altea), ovvero che le parti costituenti, ricche di azoto e di zolfo, del seme della senapa e di quello di tutte le crocifere siano producibili senza la minima cooperazione delle parti costituenti del suolo. Ma se le parti organiche costituenti del sangue fossero anch' esse producibili, e potessero formarsi nelle piante senza la intervenzione delle parti costituenti inorganiche del sangue, senza la potassa, la soda, il fosfato di soda, ed il fosfato di calce, esse, ciò non ostante, sarebbero di nessuna utilità per noi e per gli animali ai quali per cibo sono assegnate solo le piante; esse non corrisponderebbero a quel fine a cui la sapienza del Creatore le ha destinate. Senza gli alcali ed i fosfati non può formarsi nè sangue, nè latte, nè fibra muscolare; e se il solo fosfato di calce venisse meno, noi avremmo cavalli, buoi, pecore, ma forse senza ossa.

Nella urina e negli escrementi solidi degli animali, nel guano, noi apportiamo alle nostre pian-

te da coltura l'ammoniaca ed in questa l'azoto, il quale trovasi così accompagnato da tutte le parti minerali contenute negli alimenti, e ciò esattamente nella proporzione stessa, in cui tanto i corpi organici quanto quelli inorganici trovaronsi riuniti nelle piante, di cui gli animali sonosi pasciuti, ovvero, ciò che significa lo stesso, in quella proporzione in cui possono essere assimilati da una novella generazione di piante.

Dunque l'effetto dell'ammoniaca, come sorgente arteficiale di azoto, al pari di quello dell'*humus*, come sorgente di acido carbonico, riducesi tutto a tirar partito del momento, ovvero a produrre in un dato tempo uno sviluppamento più rapido nelle nostre piante in coltura. Arrecando l'ammoniaca sotto forma di escrementi degli animali e dell'uomo, noi facciamo acquistare alle nostre piante in coltura in maggiore quantità le parti costituenti del sangue ed otteniamo così un effetto che il carbonato ed il solfato di ammoniaca da sè soli non possono produrre.

Onde ovviare qualunque mala interpretazione, bisogna che io osservi di bel nuovo, che le precedenti considerazioni non si trovano punto in contraddizione coll'effetto dell'ammoniaca ovvero dei sali ammoniacali che la mano dell'uomo offre alle piante. L'ammoniaca rimane sempre l'unica sorgente azotifera per le piante, il somministrarla a queste non può nuocere giammai, la sua presenza nel suolo sarà sempre utile, anzi indispen-

sabile per riuscire in certi nostri intenti; ma per l'agricoltura ella è cosa della massima importanza di conoscere con ogni certezza, che la sommistrazione di ammoniaca è per la maggior parte delle piante affatto inutile e superflua, e che il valore del concime non deve apprezzarsi, siccome tuttora si pratica in Francia ed in Germania, a norma del suo contenuto in azoto, ma che anzi la sua efficacia non corrisponde affatto alla quantità di azoto in essa contenuta.

Mercè la precisa determinazione della quantità di cenere ricavata dalle piante da coltura che sonosi sviluppate ne'terreni di assai diversa natura, e mercè la loro analisi, noi conosceremo quali siano le parti costituenti di una medesima pianta che variano, e quali siano quelle che vi rimangono costanti. Noi riusciremo a conoscere esattamente la quantità di tutte le parti costituenti del suolo, che gli togliamo nelle differenti raccolte.

Con questi dati l'agricoltore troverassi nello stato di tenere (come in una manifattura ben amministrata) un libro di conti per ognuna delle sue terre, e di determinare a priori con tutta la esattezza, la qualità e la quantità delle sostanze che dovrà apportare a ciascuna di esse onde ripristinare a norma della raccolta fatta la primitiva sua fertilità; egli potrà allora esprimere esattamente in libbre quanto di una parte costituente minerale o di una altra egli dovrà somministrare al suolo onde ac-

crescere maggiormente la sua fertilità per certe date specie di piante.

Ricerche di tal fatta sono un bisogno della nostra epoca; e noi possiamo nutrire la speranza che mercè gli forzi riuniti de'chimici di ogni nazione si riuscirà a sciogliere questi problemi ed a stabilire, col soccorso di agricoltori illuminati, sopra basi solide, un sistema ragionato per l'arte agricola e l'economia rurale di tutti i paesi, e per qualunque siasi terreno.

FINE.